

NOVA ELETRONICA

ANO V - Nº 58 - DEZEMBRO/1981 - Cr\$ 220,00

EDIÇÃO ESPECIAL

NOVA ELETRONICA

Guia de Alta Fidelidade

NOVA ELETRONICA



MICROCOMPUTADOR
CP-500


Mais programas para seu NE-Z80



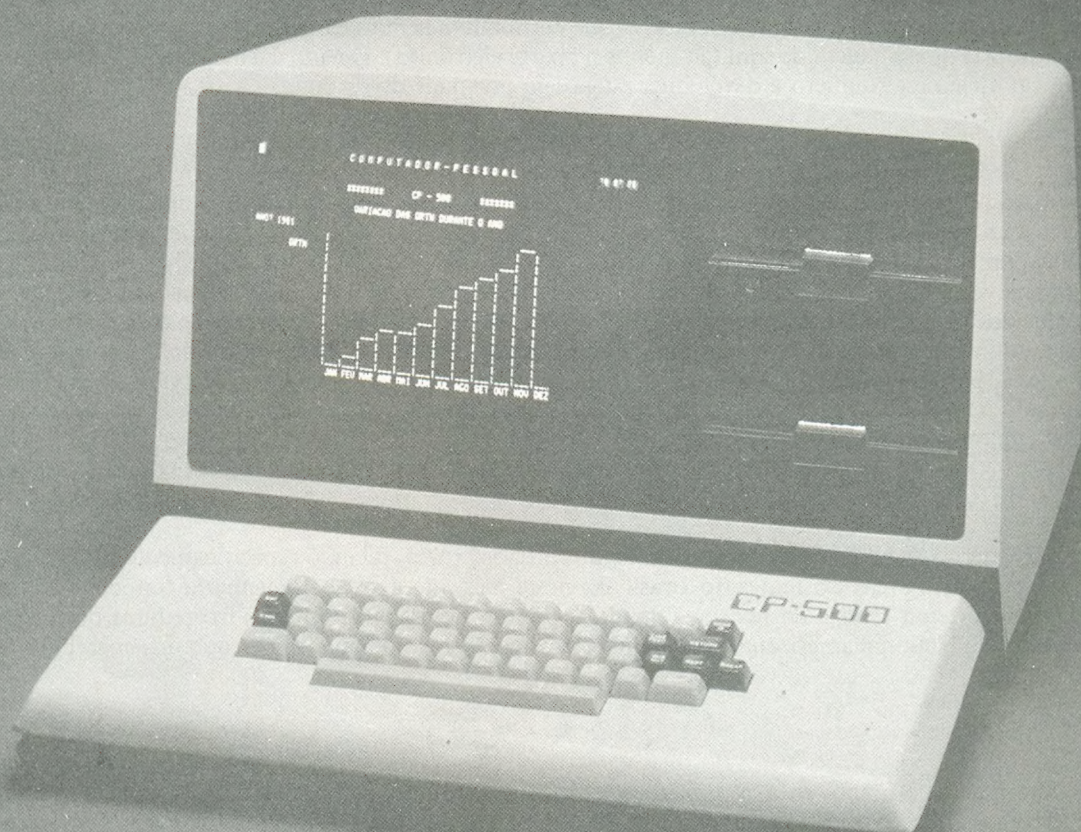
NOVA ELETRÔNICA

Nº 58 — NOVEMBRO — 1981

Kits	O computador pessoal CP-500	4
Suplemento BYTE	Clube de Computação NE	8
	A estrutura do Nanocomputador	11
Caderno Especial de Áudio	Alice no Reino do Áudio	18
	A Sony parte para a conquista do mercado de alta fidelidade	22
	A Gradiente começa a brigar pelo mercado externo	24
	A tecnologia dos cassetes BASF	27
	Um assunto grave! — mais um artigo CCDB	28
	A saga da Quasar	38
	Os modernos amplificadores de áudio — 1ª parte	40
	Guia de Alta Fidelidade	50
	Dados de referência para projetos em áudio — 1ª parte	60
	Em pauta... — edição de fim de ano	73
Seção do Principiante	Por dentro dos supercondutores	76
Engenharia	Novo filtro integrado para áudio da National americana	82
Teoria & Informação	Classificados NE	90
	Novidades eletroeletrônicas	93
	Conversa com o leitor	95
	Os reguladores ajustáveis de tensão	98
	Noticiário eletroeletrônico	103
Cursos	Curso de BASIC — introdução	102
	Curso de corrente contínua — 5ª lição	104

EDITOR E DIRETOR RESPONSÁVEL LEONARDO BELLONZI
CONSULTORIA TÉCNICA Geraldo Coen/Joseph E. Blumenfeld/
 Juliano Barsali/Leonardo Bellonzi
DIRETOR ADMINISTRATIVO Eduardo Gomez
REDAÇÃO Juliano Barsali
DIAGRAMAÇÃO, PRODUÇÃO E ARTE José Carlos Camacho/Eraldo de
 Siqueira Santos/Sebastião Nogueira
FOTOS Charles Souza Campos
GERENTE COMERCIAL Antonio E. Bueno
CONTATO Márcio de Oliveira
REPRESENTANTES: Rio de Janeiro - Rua Evaristo da Veiga, 16 - Grupos
 501/502 - Tel.: 220-3770 - Rio de Janeiro - RJ / Minas Gerais - Rua Pirite, 105 -
 Tel.: 463-3559 - Belo Horizonte - MG
EQUIPE TÉCNICA Renato Bottini/Everaldo R. Lima/Des. José Reinaldo
 Motta
ASSINATURAS Hélio Possuelo de Carvalho
COLABORADORES Márcia Hirth/José Roberto da S. Caetano/Paulo Nubile
CORRESPONDENTES NOVA IORQUE Guido Forgnoni/MILÃO Mário
 Magrone/GRÃ-BRETANHA Brian Dance
COMPOSIÇÃO Ponto Editorial Ltda./**FOTOLITO** 
 Ltda./**IMPRESSÃO** AGGS Indústrias Gráficas S.A./**DISTRIBUIÇÃO** Abril
 S.A. Cultural e Industrial
NOVA ELETRÔNICA é uma publicação de propriedade da **EDITELE** — Editora
 Técnica Eletrônica Ltda. — Redação, Administração e Publicação: Rua Héla-
 de, 125 — Fone: 542-0602 — CEP 04634 — V. Santa Catarina — SP.
TODA CORRESPONDÊNCIA DEVE SER EXCLUSIVAMENTE ENDE-
REÇADA À NOVA ELETRÔNICA — CAIXA POSTAL 30.141 — 01000
S. PAULO, SP. REGISTRO Nº 9.949-77 — P. 153.
TIRAGEM DESTA EDIÇÃO: 60.000 EXEMPLARES.

Todos os direitos reservados; proíbe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações desta publicação, assim como traduções e adaptações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos Editores, sendo apenas permitido para aplicações didáticas ou diletantes. Não assumimos nenhuma responsabilidade pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patentes. Em virtude de variações de qualidade e condições dos componentes, os Editores não se responsabilizam pelo não funcionamento ou desempenho suficiente dos dispositivos montados pelos leitores. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica nem comercial; os protótipos são minuciosamente provados em laboratório antes de suas publicações. **NÚMEROS ATRASADOS:** preço da última edição à venda. **ASSINATURAS:** não remetemos pelo reembolso, sendo que os pedidos deverão ser acompanhados de cheque visado pagável em SÃO PAULO, em nome da **EDITELE** — Editora Técnica Eletrônica Ltda.



- Linguagem BASIC
- Dispõe de vídeo próprio
- 2 teclados, reunindo caracteres alfanuméricos e funções
- Trabalha com até 48 k de memória RAM
- Disquetes e impressora opcionais
- Interface RS-232
- Aceita também fitas cassete

CP-500

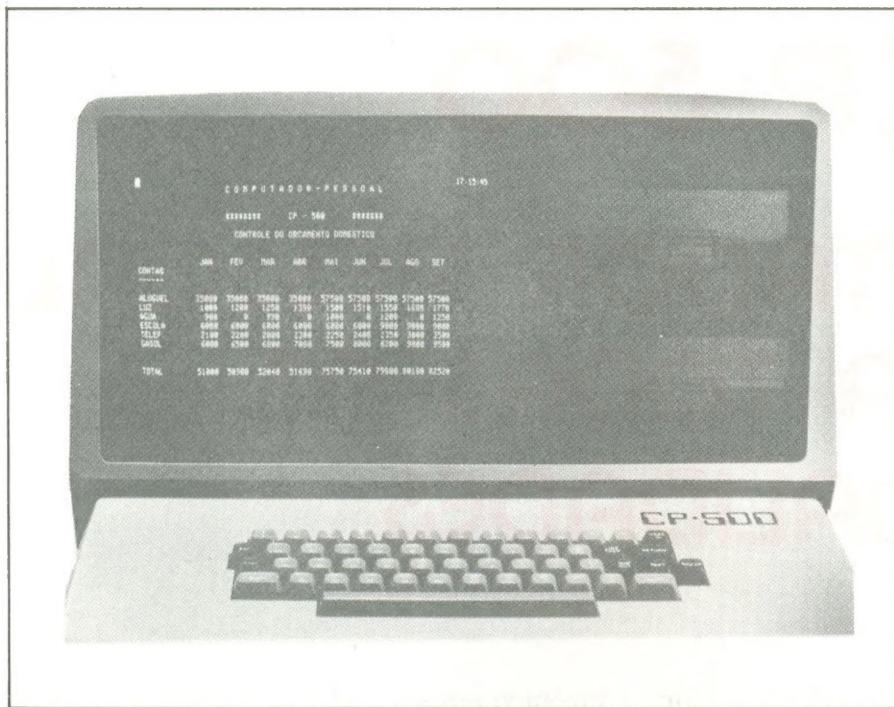
O COMPUTADOR PESSOAL PARA TODAS AS FINALIDADES

*Se você tem acompanhado a Nova Eletrônica em suas últimas edições, deve ter notado nossa constante preocupação em divulgar e popularizar a Informática no Brasil, particularmente na área dos pequenos computadores, pessoais e profissionais. Se não acompanhou, sugerimos a leitura de dois dos artigos já publicados: **Microcomputador: a verdadeira revolução da Informática** (n.º 56) e **Os computadores pessoais no mundo — presente e futuro** (n.º 57). Juntos, esses dois artigos lhe darão uma breve, porém clara visão da importância e da escalada dos pequenos computadores em nosso país e no resto do mundo.*

Esse enfoque especial se deve ao fato de acreditarmos que tais aparelhos deverão encontrar grande aceitação entre nós, a exemplo do que já aconteceu em vários outros países. Afinal, todo mundo sabe que existe no Brasil uma infinidade de microcomputadores trazidos de fora e até mesmo diversas agremiações de amadores afeccionados da computação. Na verdade, restava apenas dar o grande impulso inicial, criando uma indústria nacional de microcomputadores e abrindo aos leigos as portas desse novo mundo, até há pouco restrito apenas ao pessoal técnico.

De nossa parte, demos o primeiro passo lançando o NE-Z80 (veja o n.º 56), que resultou num grande sucesso. Em breve, seus usuários poderão dispor também de uma expansão de memória, a fim de ampliar várias vezes suas possibilidades de programação.

O segundo grande passo está sendo dado neste momento, juntamente com a Filcres: o lançamento do CP-500, um computador pessoal dotado de teclado e vídeo, com opção para até 48 kbytes de memória RAM e unidades de discos flexíveis como memória externa. Nossa intenção, com isso, é a de preencher a lacuna existente entre os computadores pessoais de pequeno porte (como o próprio NE-Z80) e os micro e minicomputadores dedicados exclusivamente às aplicações profissionais. Seu lançamento comercial está previsto para breve, em lojas especializadas e nos grandes magazines.



Dentro de pouco tempo, será impossível ficar alheio à presença dos computadores, conforme já dissemos aqui, em números passados. Pois o CP-500 veio lhe dar a oportunidade de entrar diretamente em contato com essa revolucionária classe de aparelhos, a um nível equivalente aos dos melhores microcomputadores existentes em outras partes do mundo. Assim, se você ficou com água na boca ao ler o artigo publicado no número anterior, que falava sobre os computadores pessoais americanos, já pode ter sua vontade satisfeita, com um modelo totalmente brasileiro.

Apesar da imagem do computador pessoal estar um pouco ligada à idéia de lazer e jogos de vídeo, o CP-500 não foi projetado exclusivamente para essa finalidade. É claro que não se pode excluir tal possibilidade de um aparelho desse tipo, pois ninguém é de ferro e um joguinho vai sempre bem; além disso, é bobagem desperdiçar a multiplicidade de jogos que um computador pode oferecer, nem que seja apenas para conhecê-lo melhor.

Bem, mas como íamos dizendo, o CP-500 se sai igualmente bem nas mais diversas aplicações profissionais, bem como

nas atividades mais "sérias" de uma casa (controle de emissão de cheques, orçamento doméstico, automatização de aparelhos e instalações elétricas, por exemplo).

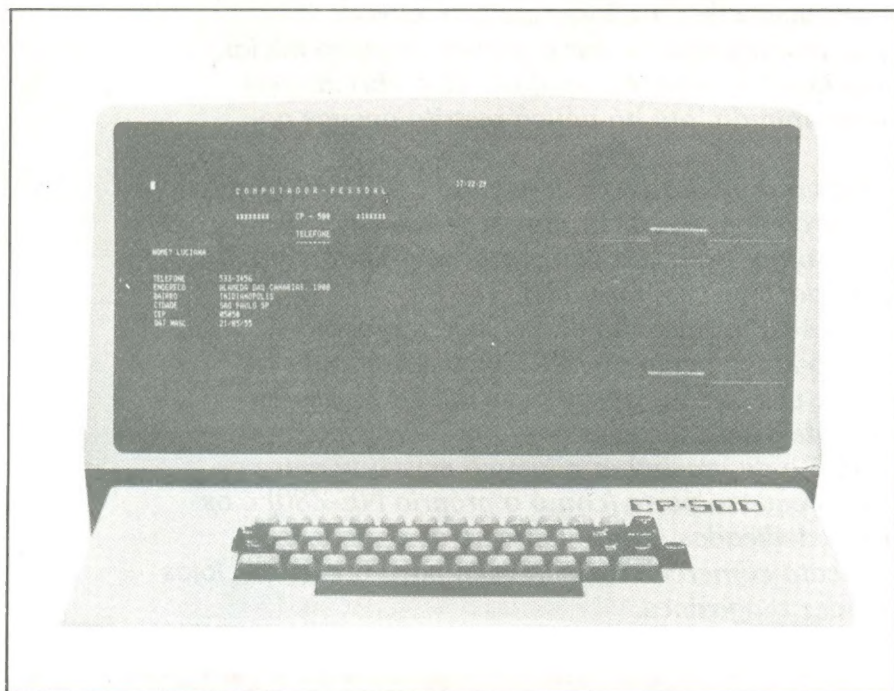
Dessa forma, num dia ele poderá estar servindo como central de jogos para os garotos da família; no outro, como auxiliar em seus estudos (nos EUA já existem até cursos especiais por computador para crianças); e no outro, ainda, poderá estar fazendo a contabilidade de um pequeno negócio, pertencente a algum membro da mesma família. Nada impede, também, que ele seja mantido permanentemente em uma empresa, a fim de auxiliar em problemas variados de todos os departamentos, ou para cumprir rotinas específicas de cálculo ou controle.

Essa grande versatilidade do CP-500, que lhe permite passar de uma aplicação a outra normalmente, é devida à sua elevada capacidade de memória e à completa linha de acessórios (ou periféricos) que estarão disponíveis na época do lançamento, tais como a unidade de fita cassete, as unidades de discos flexíveis (ou disquetes) e até a impressora. Mas vamos conhecer o novo computador mais de perto, conhecendo em primeira mão suas principais características.

Características técnicas

Um dos fatores principais a determinar a facilidade de comunicação que podemos ter com os computadores é a linguagem por eles adotada. Este é um detalhe amplamente conhecido, assim como o fato de que existem linguagens para fins específicos e outras de uso geral. O BASIC encaixa-se nesta segunda classe; inicialmente desenvolvido como apoio para os iniciantes na arte de programar computadores, foi depois empregado com sucesso nas mais diversas finalidades, sejam científicas, de engenharia, comerciais ou pedagógicas, graças à sua versatilidade e facilidade de operação.

O CP-500 conta com uma possante modalidade de BASIC, armazenado em 12 kbytes de ROM, que lhe confere um surpreendente poder de computação. Entre outras coisas, ele permite, por exemplo, que o computador exiba, em seu vídeo, 16 linhas de 32 ou 64 caracteres cada; a numeração automática das linhas de programação (não é preciso, assim, ficar digitando números no início de cada nova linha); uma precisão numérica de até 16 dígitos significativos; uma capacidade de até 255 caracteres em cada linha de programa; 23 códigos específicos de erro (que orientam o programador para certas falhas ocorridas ao longo do programa, facilitando sobremaneira seu trabalho); a chamada de rotinas em linguagem de máquina; a gravação/reprodução em cassete em duas velocidades: 500 a 1500 baud; aritmética em



ponto flutuante; e caracteres maiúsculos e minúsculos.

Para a estocagem de programas, durante as operações, o CP-500 pode dispor de até 48 kbytes de memória RAM. E para a estocagem externa, então, ele está melhor servido ainda: no kit básico existe previsão para a inclusão de uma ou duas unidades de discos flexíveis (disquete) e para a ligação de gravador cassete. Os discos empregados são os de 5 polegadas, dupla densidade e 178 kbytes cada um. Desse modo, qualquer programa digitado pelo teclado pode ser armazenado tanto em disco como em fita ou em ambos; além disso, pode-se transferir programas da fita para o disco e vice-versa, sem problemas.

O CP-500 prevê ainda uma interface para conexão tipo RS-232, que lhe abre possibilidades de aceitar qualquer tipo de periférico, entre os quais uma providencial impressora serial de agulhas, que também foi prevista para integrar o conjunto do computador, como acessório opcional.

O novo microcomputador da Filcres possui também um teclado duplo, sendo uma parte com 65 teclas (alfanumérico) e outra com 12 (numérico reduzido), onde estão reunidos todos os caracteres e funções necessários à sua operação.

Os aplicativos

Quem conhece computador sabe que os aplicativos são um fator primordial pa-

ra que uma máquina possa ser explorada em todo seu potencial; além disso, um pacote de aplicativos facilita bastante o trabalho dos usuários, especialmente quando o aparelho se destina ao uso profissional.

Dá-se o nome de "programas aplicativos", ou simplesmente "aplicativos", a uma série de programas já elaborados e testados para uma determinada finalidade, que podem ser fornecidos pelo próprio fabricante do computador ou por empresas especializadas em *software*. Esta já é uma prática relativamente comum no Brasil, na área profissional.

Pois o CP-500 vai introduzir essa prática também entre os computadores pessoais. Seus usuários terão à disposição uma série de programas aplicativos, para as mais diversas finalidades, em vários níveis de complexidade e para várias capacidades de memória. Não só na área profissional, como também para o âmbito doméstico e de lazer. Serão programas estatísticos, de contabilidade, de controle de estoque, de orçamento doméstico, de jogos, prontos para rodar e exaustivamente testados.

Mas, vejam bem: não temos a intenção, com isso, de cercear ou limitar a criatividade de ninguém, ou o prazer de programar seu próprio computador. Os

aplicativos são opcionais e destinam-se àqueles usuários que, justificadamente, estarão ansiosos para ver seu micro em plena operação, ou, então, às empresas que precisam ter suas máquinas funcionando o mais rápido possível, pelo bem da eficiência. É óbvio que juntamente com o CP-500 virão todas as instruções necessárias para que cada um tenha total liberdade de programar, à vontade, seu computador. Lembremos, por fim, que o novo micro oferece total compatibilidade de *software* com os computadores tipo TRS-80 e outros equivalentes, vendidos no exterior. Assim, todos os programas desenvolvidos para esses modelos estrangeiros também poderão ser aplicados em nosso CP-500.

Tudo isso irá oferecer o CP-500 quando for lançado, o que não vai demorar muito. Até mesmo na distribuição comercial ele sairá do setor restrito aos técnicos, pois poderá ser encontrado em vários pontos de venda, tanto em firmas especializadas, como a Filcres, como nas grandes redes de lojas de departamentos. E, a exemplo do apoio dado aos usuários no que toca aos programas aplicativos, eles não precisarão temer quanto à parte de assistência técnica, que também está prevista. Resta apenas aguardar o dia do lançamento; asseguramos que o novo CP-500 irá compensar muitas vezes a espera.

CONJUNTO EMISSOR RECEPTOR INFRAVERMELHO - TIPO MLC-30

O conjunto fica frontalmente alinhado. Ao ser interrompido o feixe infravermelho a célula fotoelétrica "sente" a falta da luz e aciona um contato N.A. e outro N.F.

- A operação do equipamento não é prejudicada pelo sol ou luz artificial.
- Alcance máximo de 30 metros.
- Equipamento robusto e de fácil instalação, ideal para utilização industrial, instalação de alarmes, etc.
- É fornecido com fonte-amplificador. Alimentação 110/220 Vac; saídas N.A., N.F., 220 V, 6 A.



Dimensões:

Emissor: 25 mm de diâm., 100 mm de compr.
Receptor (fotocélula): 25 mm diâm., 110 mm compr.
Amplificador montado em caixa plástica 70x60x40 mm com plug de 11 pinos para encaixe em base de relê tipo RS 78725.

MEPA - ELETRÔNICA DE APLICAÇÃO

RODOVIA INTERNA MOGI-GUAÇU—MOGI-MIRIM, KM 3
CEP 13840 — CAIXA POSTAL 223 — MOGI-GUAÇU — SP
FONES: (0192) 61-1547 ou 61-2023

NA QUALIDADE E NOS PREÇOS, NINGUÉM SUPERA A

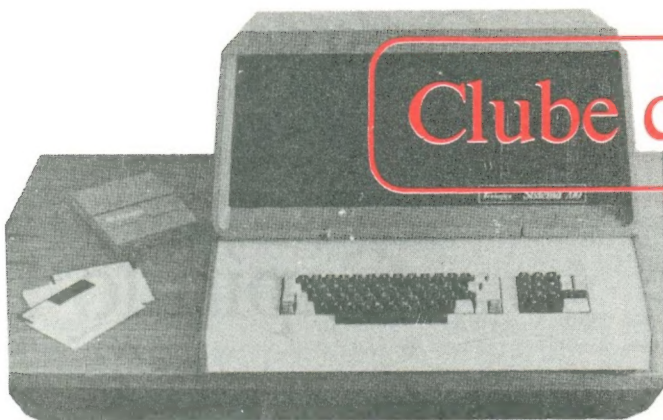


Faça-nos uma consulta.
Grandioso estoque de peças
e componentes eletrônicos.

Comércio de
Materiais
Elétricos e
Eletrônicos Ltda.

country

Rua dos Campineiros, 289 - Moóca
São Paulo - Fone: 92-1887



Clube de Computação NE

Trazemos, este mês, mais uma série de programas para o nosso NE Z-80, entre os quais destacamos um que nos foi enviado por um de nossos leitores e que, por coincidência, já estava sendo desenvolvido pela nossa equipe, de uma forma um tanto diferente. Incluímos aqui, então,

as duas versões do programa para divisão de dois números, com resultado em qualquer quantidade de casas decimais. Os outros programas permitem jogar o Jogo da Velha e calcular o valor equivalente de até 10 resistores ligados em paralelo.

Jogo da Velha

```

2  RANDOMISE
4  DIM A(8)
6  LET B=0
8  PRINT "MINHA VEZ"
10 INPUT A $
12 LET D=0
14 GOSUB 96
16 FOR C=0 TO 7
18 IF A(X) + A(Y) + A(Z) =
122 THEN GO TO 38
20 IF A(X) + A(Y) + A(Z) =
104 THEN IF D=1 THEN GO TO 38
22 IF A(X) + A(Y) + A(Z) = 104
THEN LET D=1
24 GOSUB 98
26 NEXT C
28 IF D=1 THEN GO TO 14
30 LET E=RND(9)-1
32 IF NOT A(E)=0 THEN GO TO 30
31 LET A(E)=61
36 GO TO 44
38 IF A(X)=0 THEN LET A(X)=61
40 IF A(Y)=0 THEN LET A(Y)=61
42 IF A(Z)=0 THEN LET A(Z)=61
44 CLS
46 LET B=B+1
48 FOR F=0 TO 8
50 PRINT CHR$(A(F));
52 IF F=8 THEN GO TO 66
54 IF F=2 OR F=5 THEN GO TO 60
56 PRINT "*****";
58 NEXT F
60 PRINT
62 PRINT "*****"
64 NEXT F

```

```

66 PRINT
68 PRINT
70 GOSUB 96
72 FOR G=0 TO 7
74 IF A(X)=A(Y) AND A(X)=
A(Z) AND NOT A(X)=
0 THEN GO TO 110
76 GOSUB 98
78 NEXT G
80 IF B=9 THEN GO TO 122
82 IF (B/2)*2=B THEN GO TO 8
84 PRINT "SUA VEZ 0-8"
86 INPUT G
88 IF G > 8 THEN GO TO 84
90 IF NOT A(G)=0 THEN GO TO 84
92 LET A(G)=52
94 GO TO 44
96 LET B$="02147685264536048"
98 LET X=CODE(B$)-28
100 LET B$=TL$(B$)
102 LET Y=CODE(B$)-28
104 LET B$=TL$(B$)
106 LET Z=CODE(B$)-28
108 RETURN
110 IF (B/2)*2=B THEN GO TO 116
112 PRINT "COMPUTADOR";
114 GO TO 118
116 PRINT "VOCÊ";
118 PRINT "VENCEU"
120 GO TO 124
122 PRINT "EMPATE"
124 PRINT "JOGA NOVAMENTE?"
126 INPUT C$
128 CLS
130 IF C$="SIM" THEN RUN

```


Cálculo do Resistor Equivalente

5	DIM R(10)		250	IF I = 1 THEN GO TO 290	
10	PRINT "CALCULO DE RESISTOR EQUIVALENTE"		260	FOR J = 1 TO I-1	
15	PRINT		270	LET B = B*R(J)	
20	PRINT "*** MÁXIMO DE 10 RESISTORES ***"		280	NEXT J	
30	PRINT		290	LET C = C + B	
40	PRINT "ENTRE COM O NRO. DE RESISTORES"		300	NEXT I	
50	INPUT N		310	PRINT	
60	PRINT N		320	PRINT	
70	PRINT		330	PRINT "RESISTOR EQUIVALENTE = ";	
80	FOR I = 1 TO N		340	LET X = A/C	
90	PRINT		350	LET A = A - X*C	
100	PRINT "VALOR DO RESISTOR ";I;" ? ";		360	PRINT X; " .";	
110	INPUT R(I)		370	FOR I = 1 TO 5	
120	PRINT R(I)		380	LET X = 10*A/C	
130	NEXT I		390	LET A = 10*A - X*C	
140	LET A = 1		400	PRINT X;	
150	FOR I = 1 TO N		410	NEXT I	
160	LET A = A*R(I)		420	PRINT	
170	NEXT I		430	PRINT	
180	LET C = 0		440	PRINT "OUTRO CALCULO (S OU N) ?"	
190	FOR I = 1 TO N		450	INPUT P\$	
200	LET B = 1		460	PRINT P\$	
210	IF I = N THEN GO TO 250		470	IF P\$ = "N" THEN GO TO 500	
220	FOR J = I + 1 TO N		480	CLS	
230	LET B = B*R(J)		490	GO TO 10	
240	NEXT J		500	PRINT	
			510	PRINT "***** FIM *****"	

Cursos de complementação em eletrônica

Registrados no Conselho Federal de Mão-de-Obra sob nº 1029.
Permitida dedução em dobro no Imposto de Renda.

CURSO	DURAÇÃO
Projeto de Circuitos Eletrônicos	4 a 15 de janeiro
Microprocessadores 8080/8085	18 a 29 de janeiro
Eletrônica Industrial	1 a 12 de fevereiro
Amplificadores Operacionais	15 a 26 de fevereiro
Assembler 8080/8085	1 a 12 de março
Componentes Eletrônicos	15 a 26 de março
Microprocessadores Z-80	29 de março a 9 de abril
Instrumentação Industrial	12 a 23 de abril

**MINISTRAMOS CURSOS
ESPECIAIS PARA EMPRESAS
CFMO 1029**



**HORÁRIO:
DAS 19 ÀS 23 HORAS
DURAÇÃO: 40 HORAS**

Rua Dr. Veiga Filho, 522 - Higienópolis - CEP 01229 - São Paulo, SP - Telefone: 67-7793

litec

livraria editora técnica Ltda.
Rua dos Timbiras, 257 — 01208 São Paulo
Cx. Postal 30.869 — Tel.: 220-8983

NOVIDADES E REPOSIÇÕES — ELETRÔNICA EM INGLÊS

SERVICING MEDICAL & BIOELECTRONIC EQUIPMENT - Carr	Cr\$ 1.790,00
MEDICAL INSTRUMENTATION FOR HEALTH CARE - Cromwell	Cr\$ 4.820,00
MEDICINE AND CLINICAL ENGINEERING - Jacobson & Webster	Cr\$ 6.290,00
CLINICAL ENGINEERING: Principles and Practice - Webster & Cook	Cr\$ 6.080,00
MEDICAL EQUIPMENT SERVICE MANUAL - F. Bilcon	Cr\$ 5.030,00
EXPERIMENTS IN GENERAL AND BIOMEDICAL	
INSTRUMENTATION - M. Tischler	Cr\$ 2.100,00
INTRODUCTION TO MEDICAL ELECTRONICS FOR	
ELECTRONICS & MEDICAL PERSONEL - Klein	Cr\$ 1.272,00
INSTRUMENTATION Y MEDIDAS BIOMÉDICAS - Cromwell - Esp.	Cr\$ 5.800,00
POWER SEMICONDUCTOR CIRCUITS - Devan & Straughen	Cr\$ 6.825,00
HANDBOOK OF RECTIFIER CIRCUITS - Scolt	Cr\$ 14.700,00
THYRISTOR PHASE-CONTROLLED CONVERTERS AND	
CYCLOCONVERTERS - Pelly	Cr\$ 10.710,00
POWER ELECTRONICS: Solid State Motor Control - Pearman	Cr\$ 4.610,00
STATIC POWER FREQUENCY CHANGERS - Gyugyi & Pelly	Cr\$ 9.555,00
INDUSTRIAL SOLID-STATE ELECTRONICS: Devices & Systems -	
Maloney	Cr\$ 5.450,00
PHOTORESIST - MATERIALS AND PROCESSES - Deforest	Cr\$ 7.118,00
ELECTRONIC FILTER DESIGN HANDBOOK - Williams	Cr\$ 6.825,00
FREQUENCY SYNTHESIZERS: Theory and Practice -	
Menasiewicz	Cr\$ 7.980,00
NONLINEAR ELECTRONIC CIRCUITS - Van Der Ziel	Cr\$ 5.355,00
NOISE IN MEASUREMENTS - Van Der Ziel	Cr\$ 5.355,00
NOISE REDUCTION TECHNIQUES IN ELECTRONIC SYSTEMS -	
Ott	Cr\$ 6.720,00
COOLING TECHNIQUES FOR ELECTRONIC EQUIPMENT - Steinberg	Cr\$ 6.195,00
A HANDBOOK OF ELECTRONIC FILTERS - Johnson & Moore	Cr\$ 4.820,00
PRACTICAL APPLICATIONS OF DATA COMMUNICATIONS - H. Karp	Cr\$ 5.558,00
PROTOCOLS & TECHNIQUES FOR DATA COMMUNICATION	
NETWORKS - Kuo	Cr\$ 6.920,00
DATA TRANSMISSION - Analysis, Design, Applications -	
Tugal & Tugal	Cr\$ 5.145,00
RADAR TRANSMITTERS - G.W. Ewell	Cr\$ 4.778,00
DATA COMMUNICATIONS VIA FADING CHANNELS -	
K. Breyer - IEEE	Cr\$ 2.170,00
COMMUNICATIONS CHANNELS: Characterization and Behavior -	
Goldberg	Cr\$ 2.520,00
INTERFERENCE ANALYSIS OF COMMUNICATION SYSTEMS -	
Stavroulakis - IEEE	Cr\$ 4.778,00
SATELLITE COMMUNICATIONS - Van Tress - IEEE	Cr\$ 6.405,00
DIGITAL IMAGE PROCESSING FOR MOTION SENSING - Bernstein	Cr\$ 5.450,00
COMPUTER METHODS IN IMAGE ANALYSIS - Aggarwal, Duda, Etc.	
IEEE	Cr\$ 3.290,00
PROGRAMS FOR DIGITAL SIGNAL PROCESSING - IEEE	Cr\$ 3.290,00
DIGITAL SIGNAL PROCESSING - Peled & Liu	Cr\$ 3.493,00
OPTICAL COMMUNICATIONS - Gagliardi & Karp	Cr\$ 4.235,00
OPTICAL FIBRE COMMUNICATIONS - Staff of CS&T	Cr\$ 7.703,00
CIRCUIT DESIGN FOR ELECTRONIC INSTRUMENTATION -	
Wobschall	Cr\$ 6.825,00
AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEMS: Concepts and Hardware -	
Hunter	Cr\$ 4.190,00
PROCESS CONTROL INSTRUMENTATION TECHNOLOGY - Johnson	Cr\$ 5.030,00
GROUNDING AND SHIELDING TECHNIQUES IN INSTRUMENTATION -	
Morrison	Cr\$ 4.568,00
PHILIPS "DIGITAL INSTRUMENT COURSE"	
Part 1 = Basic binary theory and logic circuits	Cr\$ 840,00
Part 2 = Digital counters and timers	Cr\$ 840,00
Part 3 = Digital voltmeters and multimeters	Cr\$ 840,00
Part 4 = I.C. bus interface	Cr\$ 1.680,00
Part 5 = Logical analyzers	Cr\$ 840,00

EM PORTUGUÊS:

BASIC Básico - Jorge da C. Pereira Filho	
O único livro em português sobre a linguagem BASIC - 248 pág.	Cr\$ 1.500,00
MICROPROCESSADORES 8080 e 8085 - A.C.J.F. Visconti	
Volume 1 - Hardware - 140 pág.	Cr\$ 850,00
Volume 2 - em preparação	
ELEMENTOS DE ELETRÔNICA DIGITAL - Idoeta/Capuno.	
8ª edição - 504 pág.	Cr\$ 1.680,00
PRÁTICA DE PROGRAMAÇÃO DO 8080A - Celso Penteado Serra.	
1ª edição - 1981 - 256 pág.	Cr\$ 1.050,00

MANUAIS DE FÁBRICA

TEXAS = POWER SEMICONDUCTOR DATA BOOK	Cr\$ 2.600,00
= TTL DATA BOOK	Cr\$ 3.000,00
= TTL DATA BOOK - SUPPLEMENT 1981	Cr\$ 1.500,00
= TRANSISTOR AND DIODE DATA BOOK	Cr\$ 3.000,00
= OPTOELECTRONICS DATA BOOK	Cr\$ 1.200,00
= LINEAR CONTROL CIRCUITS DATA BOOK	Cr\$ 1.200,00
= INTERFACE CIRCUITS DATA BOOK	Cr\$ 3.000,00
= MOS MEMORY DATA BOOK	Cr\$ 1.200,00
= MANUAL DE SEMICONDUCTORES DE SILÍCIO	Cr\$ 1.200,00
PHILIPS = INTEGRATED CIRCUITS	
Part 1 = Bipolar ICs for Radio/Audio Equipment	Cr\$ 440,00
2 = Bipolar ICs for Video Equipment	Cr\$ 530,00
4 = Digital ICs/ LOGIC MOS HE4000B Family	Cr\$ 700,00
7 = SIGNETICS ICs/ Bipolar Memories	Cr\$ 400,00
8 = SIGNETICS ICs/ Analogue Circuits	Cr\$ 1.200,00
SIGNETICS = Logic TTL Data Manual	
PHILIPS = SEMICONDUCTORS	
Part 1 = Diodes	Cr\$ 500,00
2 = Power Diodes, Thyristors, Triacs	Cr\$ 300,00
5 = Field-Effect Transistors	Cr\$ 300,00
7 = Microminiature Semiconductors	Cr\$ 530,00
MOTOROLA = Power Device Data (Transistors/Thyristors)	Cr\$ 2.000,00
NATIONAL = Linear Applications Handbook	Cr\$ 3.000,00

PREÇOS SUJEITOS A ALTERAÇÃO

ATENDIMENTO PELO REEMBOLSO POSTAL: Só aceitamos pedidos acima de Cr\$ 500,00. Pedidos inferiores devem vir acompanhados de cheque visado ou vale postal. O porte do Carreio varia atualmente entre Cr\$ 80,00 e Cr\$ 120,00 por pacote (dependendo do valor e peso) e será cobrado juntamente com o valor da mercadoria ao retirá-la no Carreio. REEMBOLSO AÉREO VARIG: Este serviço só é possível para as cidades servidas por esta companhia. As despesas de despacho variam entre Cr\$ 300,00 e Cr\$ 500,00, dependendo da distância, peso e valor do pacote.

Divisão A/B com N casas decimais (nossa versão)

```

10 PRINT "****DIVISÃO DE A/B****"
20 PRINT
30 PRINT "QUANTAS
CASAS DECIMAIS?"
40 INPUT N
50 PRINT N
60 PRINT "ENTRE COM A";
70 INPUT A
80 PRINT A
90 PRINT "ENTRE COM B";
100 INPUT B
110 PRINT B
120 PRINT
130 PRINT A; " / "; B; " = ";
140 LET X = A/B
150 LET A = A - X*B
160 PRINT X; " . ";
170 FOR I = 1 TO N
180 LET X = 10*A/B
190 LET A = 10*A - X*B
200 PRINT X;
210 NEXT I
220 PRINT
225 PRINT
230 PRINT "CONTINUA (S OU N) ?"
240 INPUT R$
250 PRINT R$
260 IF R$ = "N" THEN GO TO 280
270 CLS
275 RUN
280 PRINT "**** FIM ****"

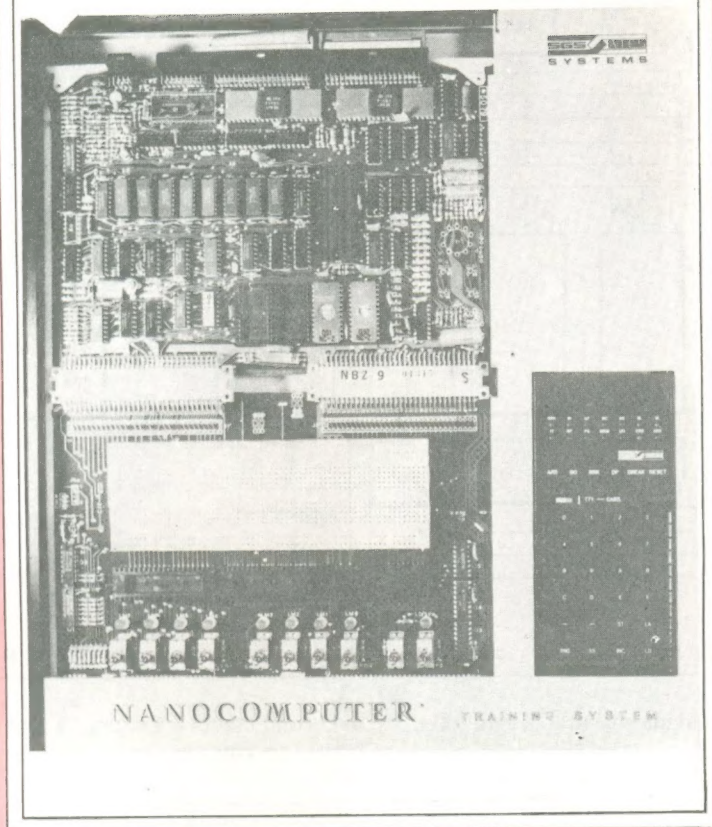
```

Divisão A/B com N casas decimais (versão de Nívio S. A. Valois, de Niterói, RJ)

```

10 PRINT "QUANTAS
CASAS DECIMAIS?"
20 INPUT
30 CLS
40 PRINT "VAMOS
CALCULAR A/B COM ";N;"
CASAS DECIMAIS";
,,,,,, "DIGITE A",,
50 INPUT A
60 PRINT A, "DIGITE B",,
70 INPUT B
80 PRINT B,,,,,A;" / ";B;" = ";
90 LET X = A/B
100 LET A = A - X*B
110 PRINT X;" . ";
120 FOR I = 1 TO N
130 LET X = 10*A/B
140 LET A = 10*A - X*B
150 PRINT X;
160 NEXT I

```

A estrutura do Nanocomputer

No mês de novembro lançamos o Nanocomputador, explicando o seu funcionamento e uso. Este mês pretendemos entrar em mais detalhes, para que o leitor fique mais familiarizado com o seu funcionamento.

O Nanocomputador já está sendo fabricado no Brasil pela Prológica, constituindo uma opção a mais para o leitor interessado em informática e microcomputadores.

Os Nanocomputadores foram projetados para aplicações no ensino e treinamento no uso de microprocessadores, em particular do Z-80. Este microprocessador tem grande aplicação na construção de micro e minicomputadores (como exemplos típicos temos o NE-Z80 e o Sistema 700 da Prológica) e seu conjunto de instruções e arquitetura interna são ampliações do 8080.

Uma visita geral do hardware no Nanocomputador

A figura 1 mostra o diagrama de blocos do hardware no Nanocomputador, onde cada bloco e barramento está mostrado. Nos concentraremos no barramento, que é algo básico para a compreensão de qualquer hardware. CPU, que é um mi-

croprocessador Z80 (fig. 2) foi descrita em detalhes no artigo "O Z80 inaugura uma nova opção de microprocessadores de 8 bits", publicado na NE n.º 42.

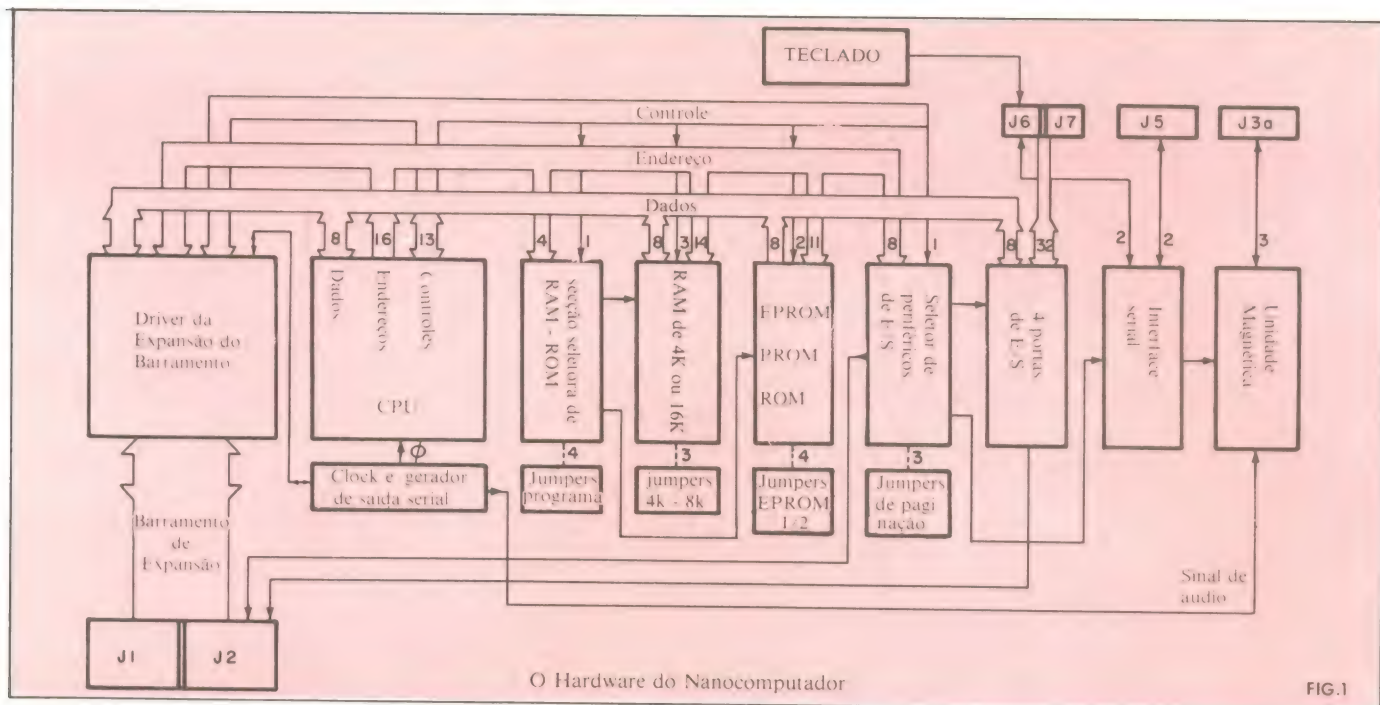
As conexões empregadas no barramento do Nanocomputador podem ser classificadas em 5 categorias:

Categoria 1: Linhas direcionadas por buffers de três estados

Qualquer linha conectada na categoria 1 no barramento do Nanocomputador será direcionada por um *buffer* que pode drenar uma corrente máxima de 24 mA quando a linha está em nível baixo (a partir de 0,5 V) e fornece uma corrente de 2,6 mA com uma tensão maior que 2,4 V. Estes *buffers* são colocados em alta impedância (terceiro estado) quando o pino $\overline{\text{BUSA}}\overline{\text{K}}$ está em nível alto. Isto é importante para prevenir que as linhas conectadas no barramento de categoria 1 sejam direcionadas para mais de um *buffer* simultaneamente.

Categoria 2: Linhas bidirecionadas

Drivers da categoria 2 são similares àqueles da categoria 1, embora os componentes conectados a estas linhas venham normalmente de componentes da família TTL, LS, com uma corrente de 0,36 mA fornecida no nível zero (menor que 0,4 V) e uma capacidade de drenagem de 20 μA no nível alto (maior que 2,7 V). As linhas bidirecionais no barramento do Nanocomputador são controladas pelos sinais $\overline{\text{DBIN}}$ e $\overline{\text{DBOUT}}$, sendo que os dois nunca são ativados simultaneamente.



Categoria 3: Linhas que podem ser direcionadas pela CPU interna do Nanocomputador

Certos sinais de controle precisam ser comandados diretamente pela CPU do Nanocomputador e não por outra. O Nanocomputador, em certos usos, pode ser comandado por outra CPU, por meio dos dispositivos de entrada e saída, mas a sua CPU interna reserva para si o controle de alguns sinais. Estes sinais são provenientes do "refrescamento" da memória (RFSH), do sistema de clock e dos sinais de reconhecimento de estados dos barramentos (BUSAK). Estes sinais são conduzidos por buffers similares aos da categoria 1, com a diferença de que eles nunca são colocados em terceiro estado.

Categoria 4: Linhas de coletor aberto

Estas linhas são usadas em conjunto com circuitos *wired - or* externos, nos quais alguma das linhas externas em nível baixo força o sinal para esse nível.

Categoria 5: Linhas de serviço, linhas de prioridade de interrupção e linhas de acesso

Estas linhas conduzem sinais gerados pelo Nanocomputador que podem ser usados por outros componentes do barramento. Os níveis lógicos são compatíveis com a família TTL, LS. Cada linha pode servir até 10 componentes desta série. Para uma carga maior é conveniente escolher um componente com um *fan - in* maior.

Gravador e unidade serial

O Nanocomputador pode ser conectado com até dois gravadores cassete. O conector J3 (a e b) é reservado exclusivamente para conectar as duas unidades cassete, que precisam ter no mínimo 10

mV de sensibilidade na entrada, e de 300 a 400 mV na saída. A interface cassete também controla o mecanismo de transporte do cassete, por meio do controle remoto do gravador.

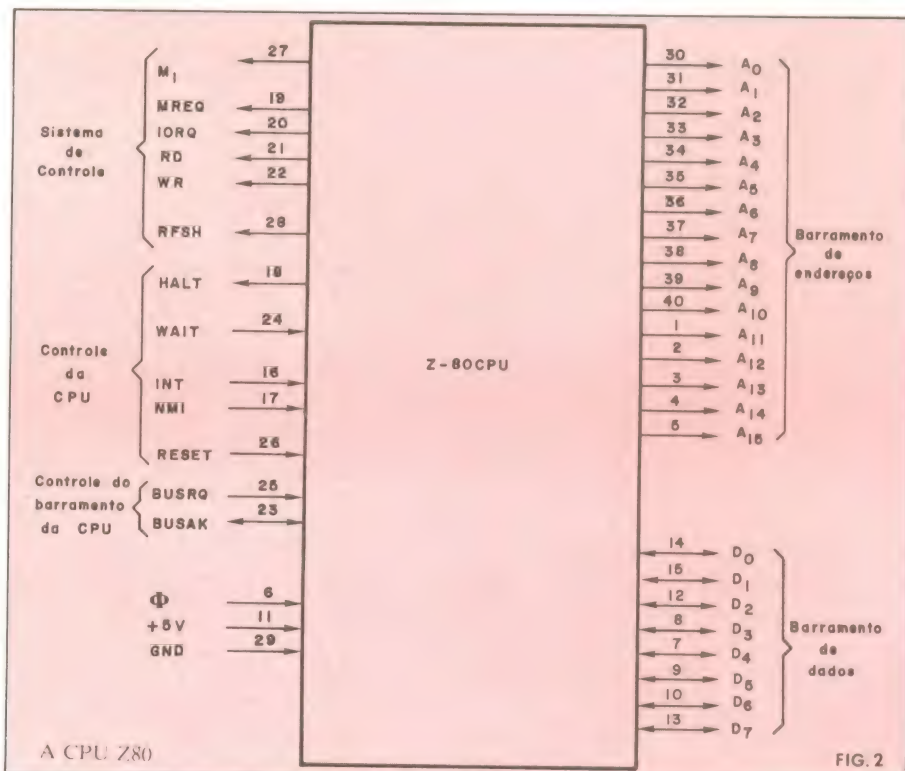
Uma vista geral do software do Nanocomputador

A figura 3 mostra o diagrama simplificado da tabela de fluxo do software do

nanocomputador. Existem 4 diferentes pontos de entrada para o sistema operacional:

RESET/POWER-ON

Este passo é dado quando o nanocomputador é "resetado" pela pressão da tecla RESET ou quando ele é ligado. A primeira função neste passo é realizar um simples teste de memória na área de escrita e leitura usada pelo sistema operacional para seus dados e controles. Comple-



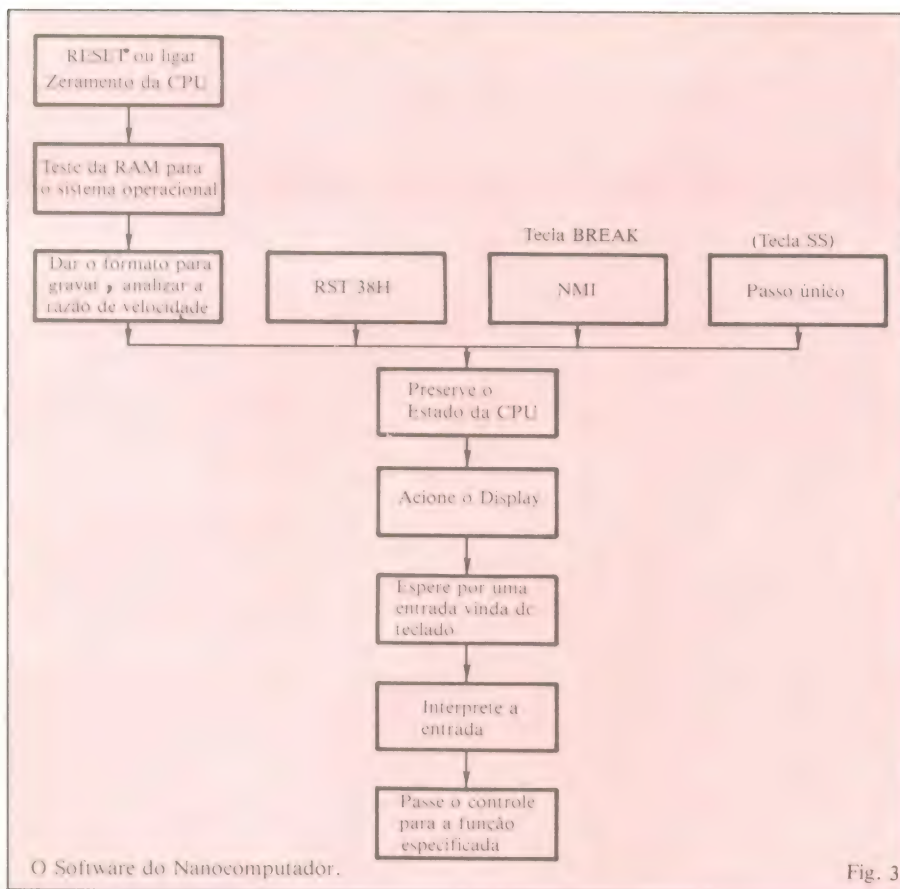


Fig. 3

tado o teste da RAM, o sistema operacional põe a saída serial no formato correto e elimina os erros na razão de velocidade (600 Baud) do sinal disponível para gravar. Depois, passa o controle para a sequência de tarefas, que começa com a preservação do estado da CPU.

RST 38H

O reinício a partir da localização 0038H é o segundo método de passar o controle de volta ao sistema operacional do Nanocomputador. Neste método, a sequência de tarefas começa com a preservação do estado da CPU.

NMI-

O terceiro meio de interagir com o sistema operacional é através de uma interrupção não mascarável (*nonmaskable interrupt*); isto pode ser feito pressionando-se a tecla BREAK ou por aterramento momentâneo do pino NMI da CPU. A diferença entre pressionar a tecla RESET ou a tecla BREAK é que na função RESET o Nanocomputador começa do zero. Com a tecla BREAK, o conteúdo da CPU é salvo para que se continue a operação anterior após a interrupção.

SINGLE - STEP

O último meio se verifica através do passo único. Ao se pressionar a tecla SS, pode-se executar passo a passo o programa armazenado na RAM. Quando isso ocorre, o Nanocomputador alterna estas instruções com as do sistema operacional.

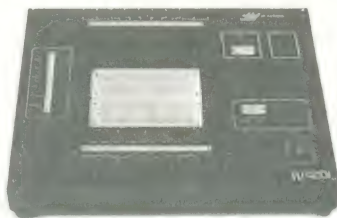
Após qualquer desses meios de se entrar no sistema operacional, uma sequência de tarefas é realizada.

Primeiro o estado da CPU é preservado, ou seja, o conteúdo dos acumuladores do Z80 é transferido para uma área pré-determinada da memória. A seguir, o *display* é acionado, indicando o funcionamento do Nanocomputador. O passo seguinte é a espera de que uma série de teclas indicando uma entrada de dado ou instrução seja acionada. Em seguida, haverá a interpretação do dado ou instrução e, posteriormente, a sua interpretação e execução; e o Nanocomputador já estará em pleno funcionamento.

O sistema Nanocomputador mostrou ser projetado com cuidado, visando o aproveitamento máximo da capacidade da CPU para as finalidades a que se propõe.

Bit. Eletronicamente perfeita.

Treinador Digital Bit 4001.



A Bit Eletrônica desenvolveu este equipamento para apoiar estudantes, técnicos e engenheiros em experiências com circuitos eletrônicos. Não há necessidade de usar solda, pois os componentes são fixados por encaixe em painéis que provêm as interligações básicas. Fontes reguladas e protegidas contra curtos, gerador de funções, detetor de nível lógico, 10 chaves lógicas e decodificador BCD/Hexadecimal, já incorporam normalmente o equipamento evitando o acúmulo de instrumentos na bancada.



BIT Eletrônica Ltda.

Compromisso com a qualidade

Rio de Janeiro: R. Pereira de Almeida, 85 - Pça. Bandeira -
CEP 20260 - Tel.: (021) 273-7898

Instituto

GRÁTIS!

**CURSO DE CONFEÇÃO
DE CIRCUITO IMPRESSO**

DURAÇÃO: 3 HORAS • DADOS NUM DIA SÓ
APOSTILADO E C/ TAREFA PRÁTICA
LOCAL: CENTRO DE S.P. (próx. Est. Rodov.)
INF. E INSCR. TELS.: 247-5427 e 246-2996-SP
Uma realização CETEISA

Caderno especial

ÁUDIO

Audio é uma coisa que não sai de moda. Os transistores suplantaram as válvulas e estão sendo sucedidos, aos poucos, pelos circuitos integrados; novos conceitos vieram explicar o que é nossa complexa percepção de sons musicais; equipamentos cada vez mais sofisticados e compactos permitem obter uma qualidade de reprodução muito próxima da perfeição.

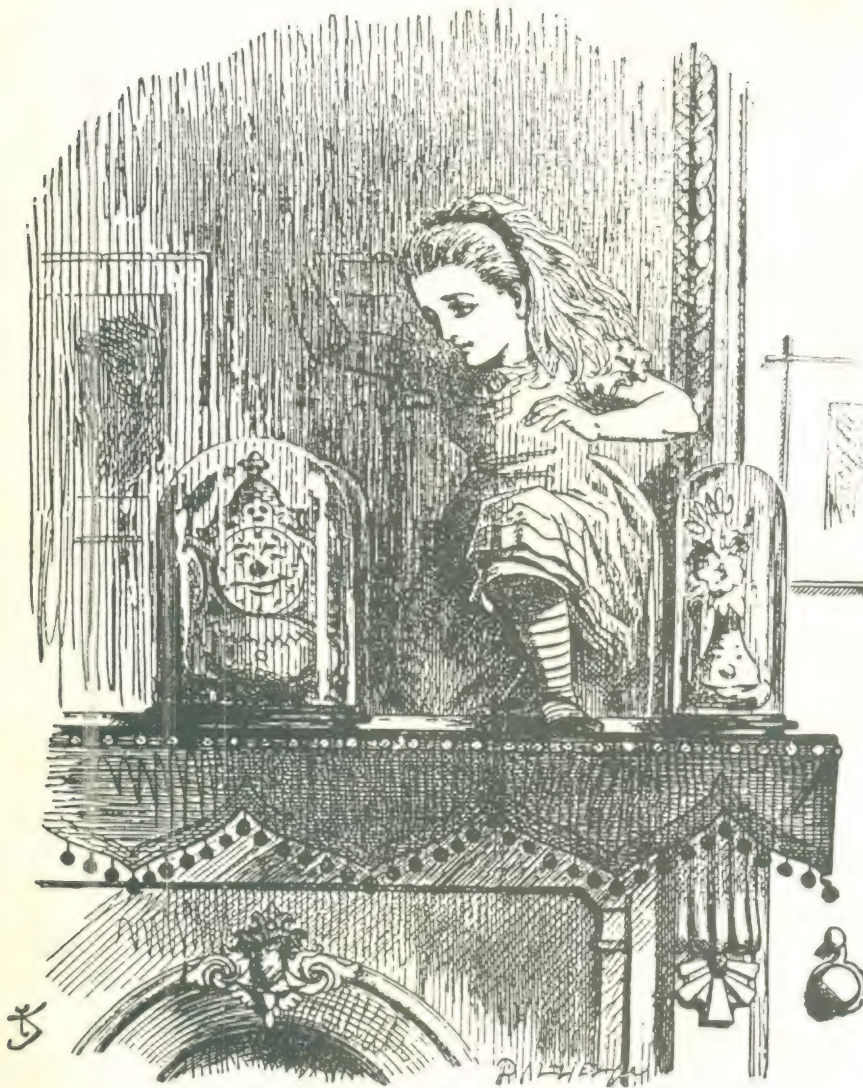
É claro que essa não é a opinião unânime entre os audiófilos. Não são poucos os que continuam cultivando "o som valvular", motivo pelo qual esses componentes continuam convivendo, em pequena escala, com os mais sofisticados integrados para áudio. Entrou em cena, também, há algum tempo, uma certa desconfiança pelas medidas puramente técnicas na avaliação de equipamentos de alta-fidelidade; passou-se, então, a dar atenção também ao ouvido humano e não só aos valores mostrados pelos instrumentos de laboratório. Essa nova filosofia trouxe à baila, por consequência,

uma longa discussão sobre os fatores objetivos e subjetivos de ouvir música.

Esses e vários outros fatores preocupam e interessam tanto os aficionados em som como a indústria da área. Nesta última edição de 1981, a Nova Eletrônica resolveu cobrir o assunto da forma mais abrangente possível, apresentando, por um lado, os mais recentes lançamentos no mercado nacional de som, e pelo outro, artigos elucidativos sobre as novas tendências dos apreciadores do som gravado e transmitido. Não faltaram, ainda, as matérias de montagem e dados para projeto, para os audiófilos que só ouvem o som feito em casa.



Alice no Reino do Audio



No livro *Através do Espelho e o que Alice encontrou lá*, a realidade do nosso mundo entra em choque com a realidade do espelho. Coisas absurdas do lado de cá do espelho são perfeitamente naturais do outro lado e vice-versa. O drama de Alice é que ela é do lado de cá do espelho e não do de lá. O mesmo não ocorre no mundo do áudio?

No áudio existem dois mundos, como nas histórias da Alice, um objetivo e outro subjetivo. O mundo objetivo tenta retratar o que ocorre no subjetivo, assim como um espelho, mas falha no seu intento. Porque o técnico está do lado de lá do espelho ao fazer estas medições e o ouvinte leigo está do lado de cá, e cada um dos mundos possui realidades diferentes (Figura 1).

Um diálogo entre uma pessoa de bons ouvidos e um técnico de áudio parece ter saído das páginas de Lewis Carroll. Ambos falam da mesma coisa, às vezes até têm a mesma opinião sobre as qualidades sonoras de um determinado equipamento, mas não se entendem.

Em artigos anteriores desta revista foram criticados problemas resultantes de uma abordagem filosófica, onde apenas o equipamento é considerado, sem se levar

em conta o observador (ver referências).

Alice será nosso observador. Como ela não entende nada de áudio, mas tem bons ouvidos, as medidas de um técnico do lado de lá do espelho não lhe significam nada. Para ela, o som proveniente de um amplificador não tem 5% de distorção harmônica total, mas é "um pouco desagradável".

Como conectar os dois mundos? Subjetivamente falando, sabemos que um som é bom ou ruim assim que o ouvimos, do mesmo modo que Alice sabe que as figuras de um livro são bonitas. Se perguntarmos a ela por que, ela não nos dará uma resposta imediata; ela terá que fazer uma análise do que viu e, após isso ela nos dirá:

— "As figuras são bonitas por que estão bem desenhadas, são coloridas em tons alegres, mostram pessoas e animais de uma maneira natural".

A passagem para o outro lado

Ao ver a figura, Alice teve uma impressão global: "Ela é bonita". Se quisermos saber porque, ela terá que analisar e traduzir suas impressões. No ato de traduzir, ela terá de passar suas sensações internas para nós, usando um vocabulário que acredita podermos entender. A comunicação destas sensações se processa com perdas por dois motivos. O primeiro é que existe uma percepção global e Alice só nos consegue comunicar em partes, após uma análise, aquilo que viu. Subjetivamente falando, o todo **não** é a soma das partes. O segundo é que ela está "traduzindo" uma linguagem visual para a linguagem falada.

Estas duas perdas também ocorrem quando tentamos explicar porque um som

que ouvimos é bom ou ruim. O problema se complica quando tentamos explicar isto através de uma linguagem técnica, que dificilmente está correlacionada com o mundo subjetivo, parecendo vir de um "outro mundo".

Nossa percepção e o nosso raciocínio colaboram também com o aumento da confusão. Percebemos as coisas no domínio da frequência e raciocinamos no domínio do tempo. Por exemplo, quando vemos uma cor na realidade estamos ven-

do a frequência de uma luz. Quando vamos demonstrar matematicamente um teorema, primeiro temos que consultar os postulados e teoremas anteriores; a partir deles desenvolvemos uma série de encadeamentos lógicos, partindo do mais simples ao mais complexo e, a seguir, tiramos uma conclusão que poderá ser admitida como verdadeira no próximo teorema. O nosso raciocínio seguiu uma sequência de passos o que caracteriza uma ação no domínio do tempo.

A análise de uma forma de onda por um osciloscópio realiza uma transformação do domínio da frequência para domínio do tempo. Vemos a amplitude, em função do tempo, de um sinal elétrico. Este sinal elétrico pode ser tomado nos bornes de uma caixa acústica e corresponderá à frequência do som que ouvimos. Por meio de transformações matemáticas, é sempre possível passar de um domínio para outro. Por exemplo, a Transformada de Fourier transforma uma função dada

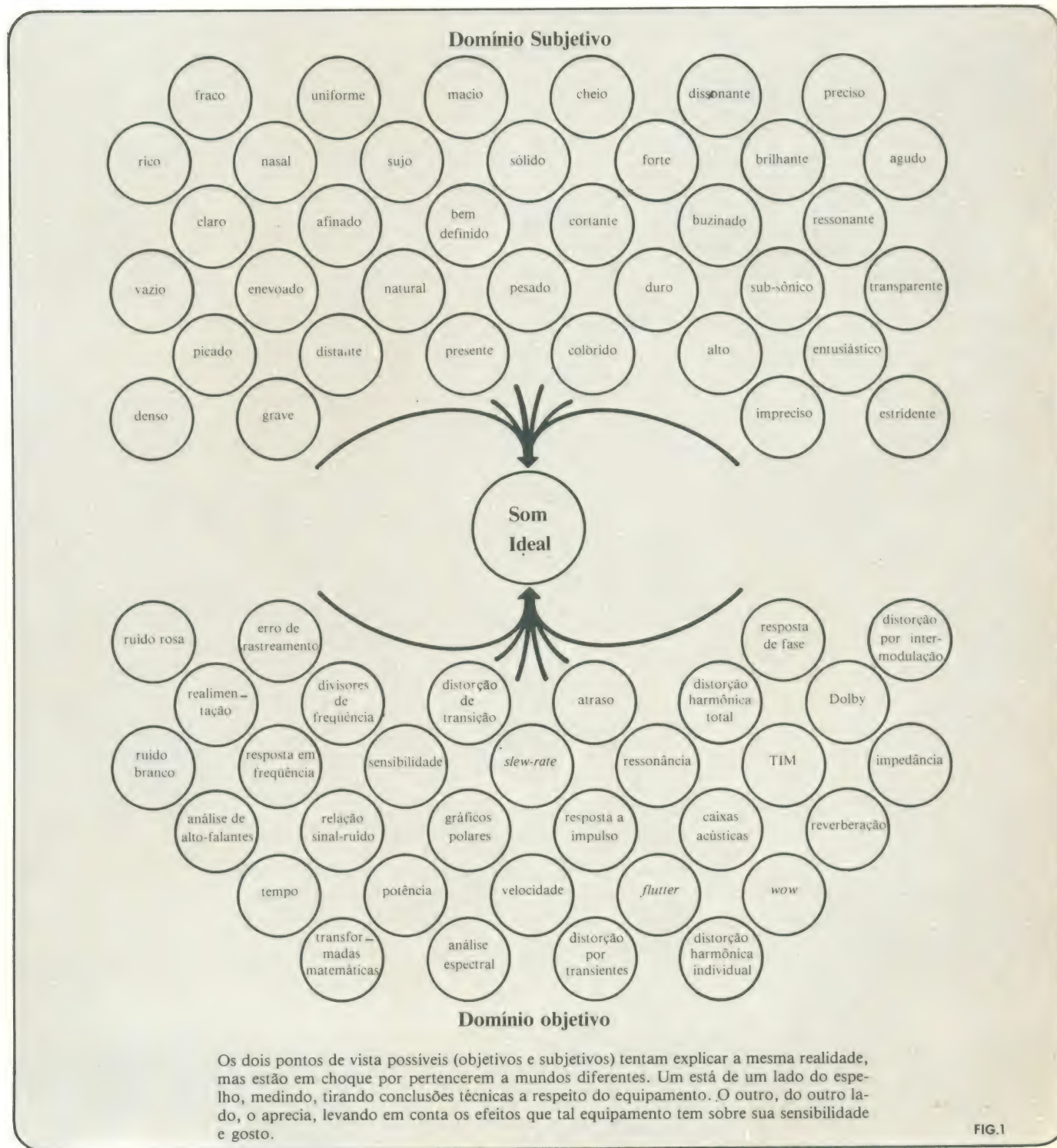


FIG.1

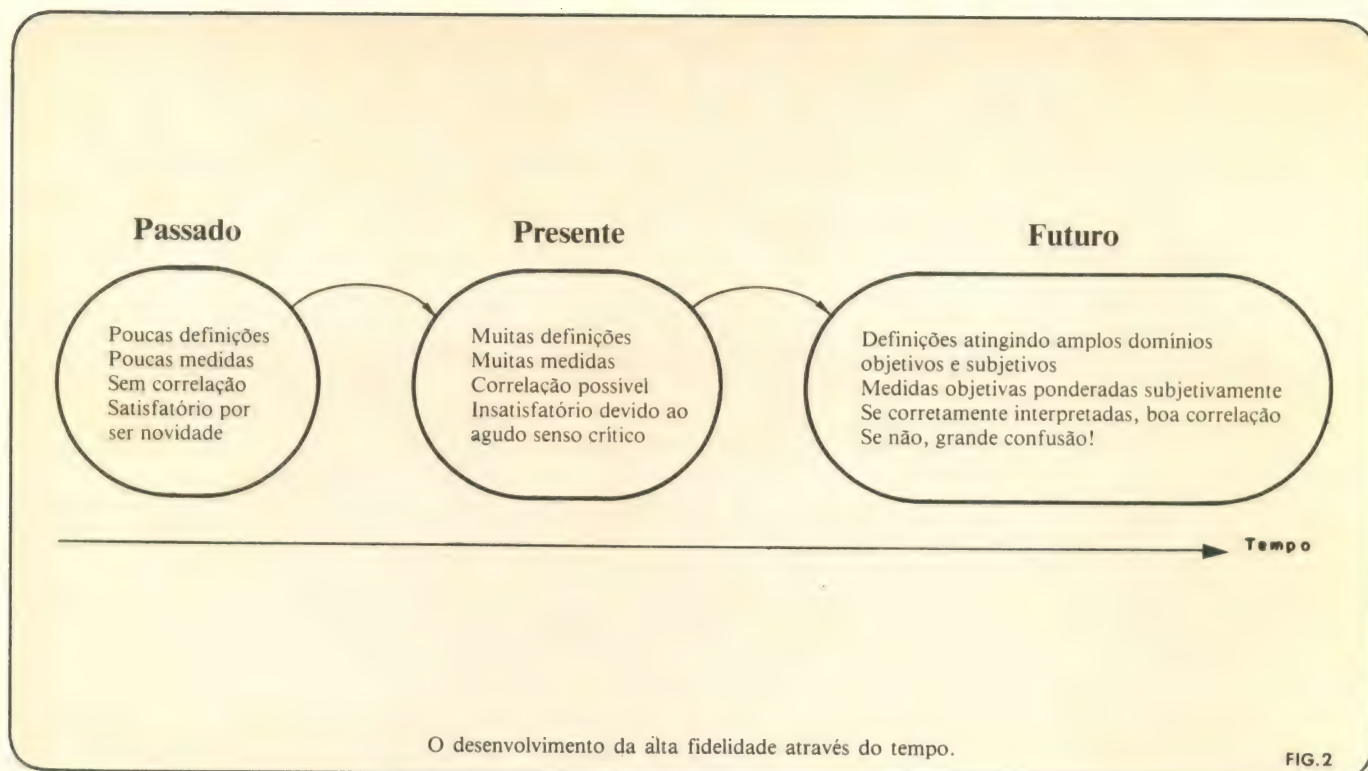


FIG. 2

no domínio do tempo em uma no domínio da frequência.

Existe outro problema: a percepção é global e multidimensional e o raciocínio é unidimensional e linear. Como no exemplo do teorema, o técnico, para ter certeza de que o equipamento é bom, analisa-o item por item, levando em conta uma série de fatores. Estes fatores são analisados um por um, antes dele poder dar uma resposta, que pode ser destruída por um leigo de bons ouvidos.

Alice, ao passar para o outro lado do espelho, desafiará o técnico, dizendo: — “Como é possível ser este um bom equipamento, se seu som não parece natural?”

De nada adiantará ao técnico mostrar os zeros depois da vírgula, nem tentar explicar a ela com todo o seu palavreado próprio que o aparelho é bom. Nenhuma explicação, por melhor que seja, pode substituir uma percepção. Amplificadores foram feitos para ouvintes, o que não pode ser negligenciado.

O técnico de áudio não tem saída? A mudança de filosofia é uma saída. O que deve ser procurado é uma correta correspondência entre o que se mede e o que se ouve. Tal correlação é possível se, no estudo de novas medidas (e das antigas) se levar em conta os fatores psicológicos.

O desenvolvimento da alta fidelidade

Antes da invenção do disco, todos os sistemas eram de alta fidelidade, uma vez que só lidavam com variáveis acústicas.

Teatros gregos, catedrais góticas, salas de concerto e outros monumentos acústicos ainda são maravilhas hoje. A invenção do disco tornou a música acessível a um número muito grande de pessoas, mas acabou com a “alta fidelidade”, e as preocupações de como recuperá-la começaram.

No início dessa preocupação criaram-se algumas definições e algumas medidas (poucas). Não havia nenhuma correlação entre essas medidas e o mundo subjetivo, mas isto não estava em cogitação, pois o equipamento era satisfatório para a época (Fig. 2).

Alice não teria problemas para adaptar-se, pois teria pouca coisa para aprender. Além disso, a novidade de se poder ouvir música com alguma semelhança com o original encobriria os defeitos do equipamento da época.

Atualmente, com o desenvolvimento de pesquisas, com a melhoria do equipamento e com o aumento do senso crítico dos ouvintes, temos muitas definições, muitas medidas e ainda não temos a correlação necessária entre os dois domínios, mas ela é possível.

Alice tem alguns problemas devido ao número de coisas que ela tem para aprender e pela não correspondência entre o que se ouve e o que se mede. O técnico teria mais dificuldade ainda ao tentar explicar a ela o que cada coisa significa, uma vez que os dois não fariam a mesma língua.

Seguindo a tendência, podemos esperar para o futuro um grande aumento de defi-

nições que atinjam muitos domínios objetivos e subjetivos, e um grande aumento de medidas, sendo que para cada uma delas deverá haver uma correlação com o domínio subjetivo. Se estas medidas forem corretamente interpretadas, uma boa correlação será conseguida. Se não tivermos uma grande confusão. E coitada da Alice! (E do técnico...).

Conclusão

A percepção de um som é global, no domínio subjetivo e, para que possamos compreendê-la, devemos dividir este global em partes e correlacioná-las com as nossas medidas. Quanto melhor for esta correlação, melhor será nossa compreensão do que significa um **bom som**. Mas também não podemos esquecer que o todo psicologicamente falando, não é a soma das partes.

Referências

- CAROLL, Lewis: *Aventuras de Alice*, Summus Ed.; Rio de Janeiro, 1977.
 HEYSER, Richard: *Alternatives*; Audio; Vol 62, n.º 2. Feb. 1978; pg. 50.
 — *Em busca do som perfeito*; Nova Eletrônica, n.º 28, Jun 1979. pg. 50.
 — *O panorama visto de diferentes janelas*; Nova Eletrônica, n.º 29, Jul 1979, pg. 46.
 TURNER, Jacob C.: *What you don't know, Hurts!* Audio; Vol 61, n.º 5; May 1977; pg. 32.
 MOLLER, Henning: *Multidimensional Audio*; Brüel & Kjaer; New York; 1977.

A Sony parte para a conquista

Neste artigo analisaremos as características da nova linha de produtos de alta fidelidade da Sony.



O áudio, como qualquer campo industrial, tem que se renovar para acompanhar as novas exigências do público. A cada ano que passa, as pessoas que antes se maravilhavam com as inovações, vão aumentando seu senso crítico e aquele equipamento que antes as agradava passa a ser insuficiente e, ao comprar um novo, elas vão querer algo mais. Ou, então, fatores que antes eram importantes deixam de sê-lo e vice-versa.

Visando atender às novas tendências do mercado, as empresas que trabalham no setor começam a modificar sua linha. Uma dessas empresas, a Sony, inclui uma série de inovações em sua linha de alta fidelidade, pretendendo com isso atender às novas exigências dos audiófilos.

O toca-discos

Além das características presentes em todos os toca-discos de alta qualidade, o toca-discos da Sony apresenta duas que merecem destaque: o acionamento direto e seu motor servo-controlado.

O acionamento direto tem como principal vantagem eliminar peças de conexão entre motor e prato, o que proporciona uma melhora na relação sinal/ruído, e uma boa estabilidade, o que contribui para baixíssimos níveis de *wow* e *flutter* (cerca de 0,04%).

No motor servo-controlado, o erro na velocidade é detectado e ajustado praticamente no mesmo instante. Isto dispensa o efeito volante do prato do toca-discos, tornando-o mais leve.

O receiver

O *receiver*, constituído por um receptor AM e FM e um amplificador de 46W + 46 W RMS (8 Ω), tem sintonia por *varicap*, o que o torna independente de sistemas mecânicos. O sistema de sintonia eletrônica é mais preciso, compacto e durável.

Para proporcionar fácil leitura da sintonia de uma emissora, o dial possui dois sistemas de leitura — analógico e digital — com um LED indicador de centralização de emissoras que permite uma fácil visualização do ponto de sintonização de cada uma delas.

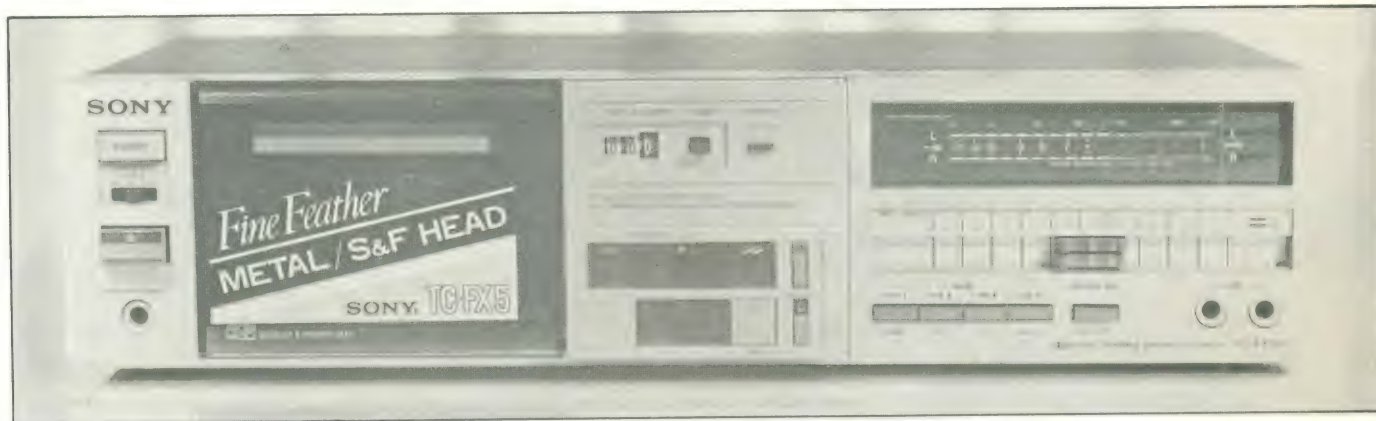
O *muting*, normal na parte de FM dos receptores, comparece tanto no FM como em AM, eliminando o ruído entre as emissoras.

Além do sistema de sintonia manual, um sistema de memória armazena 5 estações em AM e 5 em FM, proporcionando uma rápida sintonia das mesmas. Tal sistema, inclusive, permite a mudança instantânea de AM para FM, somente através de suas teclas.

Sua sensibilidade na recepção é muito boa devido ao uso de transistores FET no estágio de entrada do sintonizador.

do mercado de alta fidelidade

Equipamentos mostrados aqui possuem inovações tecnológicas que merecem ser olhadas mais de perto.



O *tape-deck* apresenta uma série de inovações importantes, entre elas o controle de funções a microprocessador e a cabeça de *sendust* e ferrite.



O *rack* da Sony, sendo modular, pode ser montado na posição vertical...

...ou horizontalmente, para quem deseja dar uma disposição não convencional ao seu sistema de som e não tem problemas de espaço.

O *tape-deck*

O *tape-deck* recebeu atenção especial por parte da Sony. Nele estão as inovações mais importantes da linha. Possui dois motores, sendo um deles apenas para acionamento normal (Play e Rec) e outro para avanço e recuo rápidos da fita. O motor de acionamento normal é de corrente contínua, servo-controlado, o que proporciona uma maior estabilidade e baixos *wow* e *flutter*.

Uma outra característica digna de nota é o chaveamento das funções. Isto é realizado, de acordo com a Sony, por um controle lógico a microprocessador. O teclado é do tipo "toque

de pluma", bastante agradável de se manusear, e permite mudança direta entre funções.

Uma função normalmente não encontrada em *decks* é o *muting*, que serve para eliminar intervalos indesejáveis na gravação pelo espaço de quatro segundos. Mas esse tempo também pode ser ajustado para mais ou para menos.

O indicador de picos, um VU de 16 LEDs por canal, tem uma importante inovação: a retenção do pico mais elevado por quatro segundos, o que permite o ajuste com precisão do nível de gravação.

O *deck* está preparado para aceitar qualquer tipo de fita, desde a convencional até a de metal puro, a mais recente inovação incorporada à fita cassette.

Um *timer* pode ser usado tanto na gravação como na reprodução, para ligar e desligar o aparelho em horas pré-determinadas.

Mas a maior inovação está na cabeça do gravador. Ela é feita com a combinação de dois materiais: o ferrite e o *sendust*. Este último é constituído por uma liga de ferro, alumínio e silício, que apresenta alta retentividade, alta densidade de fluxo magnético e excelente resistência à abrasão. Estas características reforçam as boas características do ferrite, proporcionando uma boa reprodução e altíssima durabilidade.

O Rack

O *rack* veio para o mercado do som visando resolver problemas de espaço criados pelos equipamentos tradicionais. A solução foi verticalizar a linha, talvez com um pequeno sacrifício da estética.

A Sony fez seu *rack* modular, de maneira a torná-lo tanto vertical como horizontal (ver fotos). É uma idéia simples, mas que apresenta mais uma opção para o audiófilo dispor seu equipamento.

A Sony, com sua linha de alta fidelidade, está preparada para enfrentar, com igualdade de condições com os outros grandes fabricantes as mudanças requeridas pelos audiófilos brasileiros.

A GRADIENTE COMEÇA A BRIGAR PELO MERCADO EXTERNO



Um dos líderes da indústria de áudio no Brasil, agora proprietário da Garrard, na Inglaterra, já deu início à sua ofensiva no mercado internacional.

Uma briga nada fácil, a do mercado mundial de equipamentos de som, depois que os fabricantes japoneses investiram com sua tradicional e agressiva política de desenvolvimento e comercialização de aparelhos de alta fidelidade. Existe, no entanto, uma empresa brasileira que, depois de firmar sua reputação no mercado interno, parte agora em busca dos consumidores europeus e americanos, desafiando o poderio japonês. O ponto de partida para tal investida foi a aquisição, por essa empresa, da Garrard inglesa, tradicional fabricante de toca-discos.

A empresa de que estamos falando, como muitos devem saber, é a Gradiante. Seus equipamentos e sistemas são conhecidos do público brasileiro há vários anos, sempre associados à qualidade e diversificação de modelos. Pois

daqui para a frente, ligados à marca Garrard, esses mesmos equipamentos passarão a ser comercializados na Europa e Estados Unidos.

As frentes de ofensiva da Gradiante

Na verdade, para chegar onde está, a Gradiante precisou se mexer, e muito. A partir de certo ponto, percebeu que para se expandir e crescer, precisava apostar tudo na exportação, enquanto mantinha a tradição no mercado interno. Para isso, recorreu à descentralização de suas instalações.

Assim, atualmente, ela mantém seus laboratórios de eletrônica e acústica em São Paulo, onde são desenvolvidos e aperfeiçoados os aparelhos e caixas acústicas; em Manaus, na Zona Fran-

ca, está sua fábrica, que emprega 3000 funcionários e se encarrega de montar os equipamentos (com exceção das caixas) a partir de kits pré-montados que recebe de São Paulo; no México está localizada a Gradiante mexicana, que também recebe kits pré-montados ou aparelhos prontos; e, por fim, a Garrard, cuja matriz é inglesa, mas possui filiais na Espanha, França, Alemanha e EUA.

Dessa forma, a Gradiante da Amazônia é a responsável pelas exportações brasileiras da empresa, enquanto a mexicana e a Garrard visam determinados setores do mercado externo. É verdade que é ainda um pouco cedo para avaliar a receptividade dos produtos Gradiante sob a marca Garrard, mas tudo indica que deverão se mostrar altamente competitivos. A Gradiante procura

MELHOR VEÍCULO-MAIOR TIRAGEM

NOVA ELETRÔNICA



assim competir com as grandes marcas japonesas empregando seus próprios métodos.

Um bom exemplo disso foi a recente compra da conhecida empresa Polyvox pela Gradiente. Fazendo isso, evitou a entrada, no mercado nacional, de mais um grande fabricante japonês, a Pioneer, que também estava interessado na transação. E, por outro lado, manteve a linha e o desenvolvimento originais da Polyvox, garantindo assim mais um lugar para a tecnologia nacional. As duas empresas deverão agora trabalhar paralelamente, de acordo com a mesma filosofia, mas tentando atingir faixas diferentes de público.

A Gradiente no Brasil

Os equipamentos Gradiente são totalmente desenvolvidos no Brasil, incluindo os próprios alto-falantes (excetuando-se os *tape-decks*, que têm *know-how* da JVC (*Japan Victor Company*) e os toca-discos, que passaram a ser desenvolvidos integralmente pela Garrard inglesa). Para obter esse nível de pesquisa, a Gradiente mantém dois laboratórios distintos em suas instalações de São Paulo: um exclusivamente dedicado à parte eletrônica, cuja responsabilidade prende-se a amplificadores, *tape-decks*, sintonizadores e receptores. Nesse laboratório faz-se

pesquisas para desenvolver novas linhas de equipamentos, adapta-se equipamentos já em linha às variações eventuais de componentes e altera-se certas características dos aparelhos, a fim de adaptá-los às exigências dos diversos países para onde são exportados. Aí também projeta-se todas as placas de circuito impresso utilizadas nos aparelhos e constrói-se os mais variados protótipos, para testes e verificações.

O outro laboratório é o de acústica, que desenvolve toda a linha de alto-falantes e caixas acústicas exigidas pelos novos lançamentos da Gradiente. Além disso, foram acrescentadas à Gradiente as equipes de pesquisa e laboratórios já existentes na Polyvox. Lá fora, existe ainda o laboratório de pesquisas da Garrard, que conta com uma excelente equipe de engenheiros e, como dissemos, continua desenvolvendo os toca-discos, como anteriormente.

Face a toda essa bagagem, a Gradiente deverá se adaptar facilmente aos tempos que correm, de grande competição. Continuar a manter uma linha amplamente diversificada de aparelhos e conjuntos, estendendo seu alcance aos grandes mercados mundiais, talvez seja hoje uma das poucas alternativas de sobreviver na arena do áudio. E a Gradiente tem tudo para sair vencedora dessa luta.

A BASF

criou estojos de

precisão para seus cassetes

Novos invólucros para fitas cassete de áudio constituem a mais recente inovação da BASF alemã — são estojos de precisão, dotados de janelas ampliadas, permitindo maior visibilidade da fita, melhor integridade estrutural e design moderno.

Resultado de dois anos de pesquisas nas instalações centrais da empresa, na Alemanha Ocidental, o novo invólucro para fitas cassete exhibe várias vantagens em relação aos estojos convencionais. As pesquisas visaram, naturalmente, os parâmetros mais críticos para uma perfeita reprodução sonora.

O problema clássico da fita cassete tem sido, durante muito tempo, o desalinhamento ou o enrolamento imperfeito da mesma. A própria natureza do formato cassete determina que a orientação da fita seja feita pelas partes internas do invólucro; e quando a fita não passa pelo entreferro da cabeça do gravador a 90° exatos, a diferença é conhecida como “erro de azimute”. Com a fita enviezada, então, a cabeça de reprodução é incapaz de ler com perfeição as informações lá gravadas, tendendo a suprimir as frequências mais elevadas. A fase em estéreo (ou a sincronização entre pistas) também é afetada, caso a fita altere constantemente seu ângulo de azimute.

Para resolver esse e outros problemas comuns dos cassetes, a BASF introduziu neles alguns aperfeiçoamentos:

Integridade estrutural — O novo desenho do estojo foi projetado para evitar seu abaulamento. Ao invés de empregar folhas finas de plástico, os cassetes BASF possuem uma janela moldada exatamente

à mesma espessura do corpo do invólucro, agindo assim como mais um fator de reforço de sua estrutura.

Material plástico — A fim de garantir maior estabilidade do cassete, foi adotado em sua confecção um tipo de polistírol altamente condensado, capaz de suportar temperaturas de 85°C durante 24 horas. Certos fabricantes utilizam plásticos mais espessos e pesados, às custas da estabilidade térmica; um deles, por exemplo, afirma que seu cassete pode suportar temperaturas de até 55°C. No entanto, convém lembrar que um automóvel exposto ao sol, no verão, pode chegar a temperaturas de 70°C, facilmente.

Roletes — Para se evitar o erro de azimute, os roletes de orientação da fita devem adaptar-se com precisão a eixos alinhados verticalmente, isentos de folga ou “jogo” horizontal; caso contrário, os agudos irão sofrer variação durante a reprodução. Os roletes das fitas BASF possuem, também, um formato assimétrico, a fim de proporcionar um melhor alinhamento e um enrolamento mais firme.

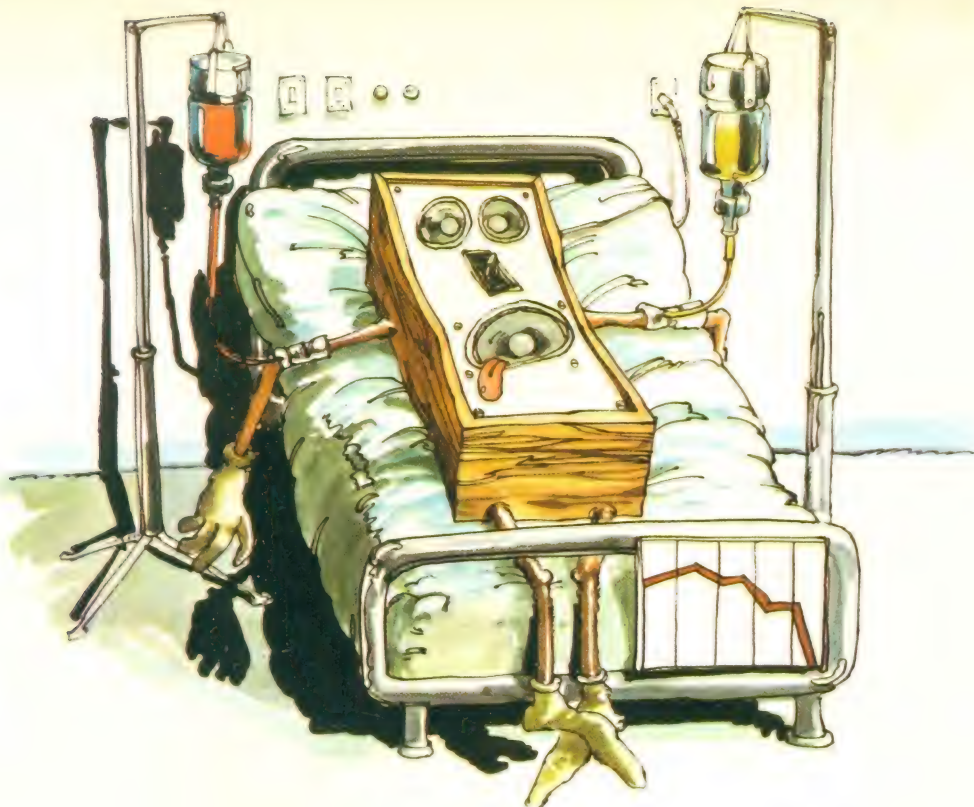
“Pontes” moldadas — As pesquisas desenvolvidas na Alemanha revelaram outro fator de importância: quando um cassete é inserido num gravador, a fita entra em contato com os pinos da base e com as “pontes” de plástico moldado. Essas su-

perfícies plásticas devem ser exatamente verticais, para evitar o desalinhamento da fita. A BASF procurou aperfeiçoar mais esse detalhe, particularmente crítico em decks com três cabeças.

Mecânica de segurança — De maior importância ainda no enrolamento preciso da fita são os conhecidos “dentes de elefante”, isto é, duas travas encarregadas de alinhar individualmente os carretéis, tornando as folhas deslizantes internas um acessório secundário. Outra indicação fornecida pelas pesquisas alemãs assegura que as fitas equipadas com o processo SM (*Special Mechanism*) sofrem menos avarias em suas bordas que as dependentes exclusivamente das folhas deslizantes.

A própria *Bosch Blaupunkt*, conhecido fabricante de auto-rádios, realizou estudos nessa área e concluiu que as fitas dotadas de tal mecanismo estão menos sujeitas a problemas que as demais. Em consequência desses estudos, a BASF resolveu manter o sistema SM nos novos cassetes, acrescido de tolerâncias mais rígidas em sua fabricação.

Os resultados oferecidos pelo novo *design* saltam à vista e aos ouvidos: a resposta às frequências elevadas foi ampliada e ainda mais estabilizada; os agudos não desaparecem, vitimados pelo erro de azimute; e a imagem estereofônica ganhou melhor definição.



Um assunto grave!

Cláudio César Dias Baptista

Introdução

Vamos encontrar, neste momento, uma brecha no contínuo espaço-tempo de nossas atribulações materiais, deixando de lado toda a preocupação com o trabalho, os interesses, a leitura apressada e crítica de uma revista cheia de novidades interessantes!

A Nova Eletrônica em nossas mãos cresce, dilata-se! Os caracteres minúsculos parecem ampliar-se, e a vista se perde na profundidade por detrás do papel, e pára de percorrer as linhas em seu movimento “dente de serra”...

Por um instante, ela pára; vem a reflexão. As bordas do papel tomam dimensão ampla, distanciando-se e ao mesmo tempo tornando-se mais luminosas, na visão periférica que vem à tona da consciência.

Uma inspiração profunda vem, e a paz do momento presente plenamente vivenciado se estabelece...

As inibições que nos separam deste autor, que se mete na intimidade do ser, caem por terra, cedem diante da verdade. Ele se ama, porque não é apenas ele mesmo. Não o Cláudio César, apenas. É

também o leitor, a matéria, e a Fonte de tudo isto!

Circundamo-nos pela proteção psíquica, separando-nos das invasões da ansiedade, das lembranças, dos desejos, do raciocínio, da crítica, do ego.

Neste mundo a se abrir diante e ao redor de nós, o ar é pura energia vivificante, luminosa, violácea. Nossas mãos se revestem de aura vinda do interior, e uma luz branca, envolta em dourado, se irradia de dentro das linhas nervosas de nossos corpos e se amplia numa esfera. O tempo e o espaço estão a nossos pés, à nossa vontade! A emoção da vida e do amor nos ilumina.

Não ficaremos neste plano, no entanto. Não desta vez, pois precisamos do Poder. Não podemos ficar passivos, pois temos um objetivo definido. Vamos mais para dentro ainda de nós mesmos e, em novo mergulho, caindo para trás e para frente, para dentro e para fora, descendo e subindo, nossas formas físicas crescem e se distanciam; as mãos, imensas, a Nova Eletrônica, os pés e a cabeça, interligados por um tênue fio de luz, regiram soltos pelo espaço interior e, vagando ao longe, não são mais partes de nós, a nos frag-

mentarmos materialmente neste novo, e misteriosamente mais amplo nível de consciência, onde, aqui no centro de tudo, somos apenas nosso eu mais interior! A proteção e a Paz, mais profundas ainda!

Flashes de nossas percepções interiores se seguem estroboscopicamente; agora estamos muito além do ritmo alfa, no início de uma ignição límbica que a mais potente droga não nos poderia dar, assim dirigida, assim com propósito, com a mais pura paz!

Levantamo-nos, damos além de nove passos, e o Universo segue conosco!

Vamos atravessar o Portal mais alto e buscar a Força em sua origem.

Lá, aqui, teremos a verdadeira Companhia, a verdadeira Confiança, a verdadeira Presença, a verdadeira Iluminação, a eterna vida é nossa, e daqui poderemos Servir, dar expressão ao propósito maior nos círculos exteriores.

Não somos mais sequer nós mesmos, mas somos mais do que antes. Vamos falar com Deus como Gil; mais que isto, vamos ser Ele próprio!

Horas, anos, vidas, se passam a cada segundo. A Força nos é dada e o caminho

de volta é claro. Temos, enfim, o que viemos buscar, em mãos.

A Nova Eletrônica ainda presa pelos dedos, volta a ser uma revista, mas nunca mais uma simples e mera revista cheia de interessantes novidades... É também um símbolo, uma chave. Podemos com ela abrir sem medo, naquele primeiro plano psíquico atingido, as portas das frequências mais baixas sem que nos engulam, sem nos absorvermos em sua pesada e viscosa materialidade.

Graves! Um assunto grave, gravemente tratado. Aqui estamos para conquistá-los!

Deixaremos, no caminho de volta, em cada plano, sua parte correspondente da força obtida.

Em nosso interior, a emoção da realização.

No plano psíquico, a visualização dos meios e das formas e dos resultados.

Na mente, as fórmulas, as considerações intelectuais dos projetos.

Na matéria, estas linhas que voltam a ser percorridas por nossos olhos, e os aparelhos, caixas de som e os resultados físicos do poder obtido.

Um pouco de história e algumas sugestões

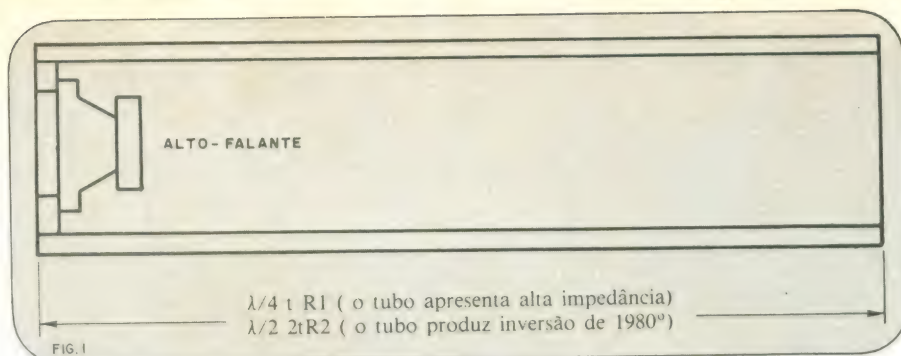
Pela própria natureza das caixas acústicas, o termo "caixas" pressupõe objetos construídos com o propósito de obter baixas frequências sonoras de alto-falantes ou transdutores, que, sem elas, estariam curto-circuitados acusticamente e não poderiam produzir essas frequências.

Não há espaço, por mais tentador que me seja fazê-lo, para escrever de maneira geral sobre caixas acústicas para graves. Deixo isto a cargo da leitura da publicações em livros, do estudo de meus artigos anteriores editados na Nova Eletrônica, bem como da criatividade e experimentação do leitor.

Vou, desta vez, fechar o foco sobre certo tipo de caixa acústica, muito pouco conhecida e, no entanto, tão eficiente, que pode ser considerada como equipamento "secreto"! Outros tipos de caixas, mas não todos, serão vistos também, em um próximo artigo.

O motivo da pouca divulgação destes sistemas de reprodução de graves é justamente sua especialização, a estreita faixa de resposta útil, tão mais estreita quanto mais eficiência desejamos obter.

Hoje, com os sistemas de som evoluindo para a bi, tri, ou multi-amplificação, tanto nas aplicações profissionais, quanto nas residenciais mais sérias, torna-se útil recriar o interesse pelas caixas acústicas baseadas nos princípios dos tubos acústicos ressonantes, das quais são exemplos o labirinto acústico, dado à luz em 1936 por Benjamin Olney, e o acoplador acústico,



uma forma de labirinto muito difundida pelo investigador Edmundo T. Flewelling, a ponto de ser conhecida como "acoplador acústico de Flewelling". Há quem a chame também de *Air Coupler*. Para balançar paredes, sinceramente, nada pode superá-la!

Na feira de áudio da primavera de 1952, em Chicago e em Nova Iorque, no mesmo ano, a companhia Jensen fez enorme sucesso com um sistema 4-Way, onde as frequências **abaixo** de 45 Hz eram reproduzidas por um *air coupler*.

Coisa antiga, poderá pensar o menos avisado... Pois bem; o próprio alto-falante dinâmico, bem como as leis de acústica são muito mais antigos e continuam a vigorar por enquanto... Bem aplicados, dão resultados extremamente "atuais".

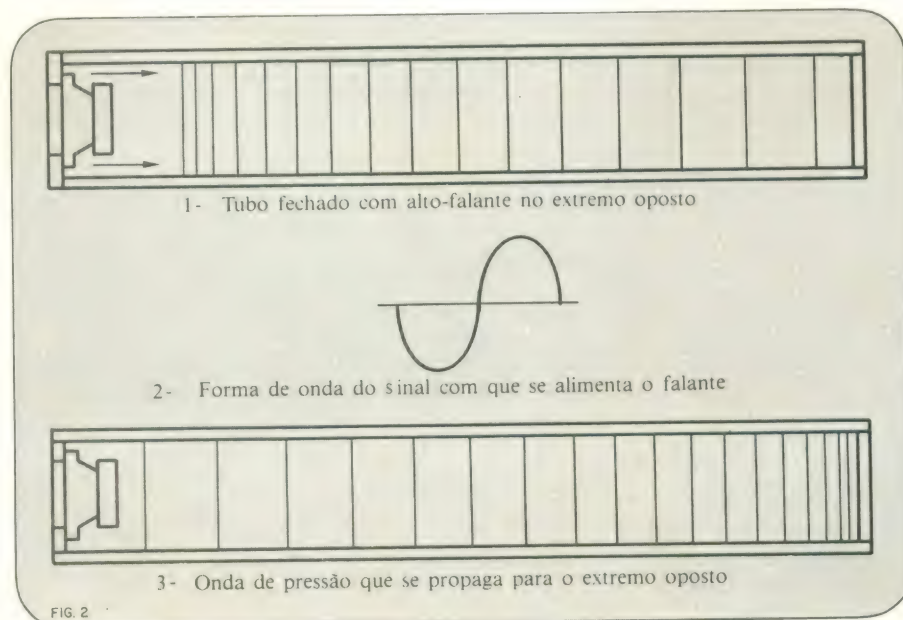
Pouquíssimas caixas acústicas reproduzem graves abaixo de 50 Hz com a potência necessária para sequer podermos ouvi-los. Isto vale para estúdios de gravação, sistemas de reamplificação e sistemas residenciais. Potência e pressão sonora nos graves, na maioria das vezes, é mera ilusão, causada por atenuação dos médios, e compromissos semelhantes, que obrigam os sistemas de som a operarem com a metade, um quarto, ou até um de-

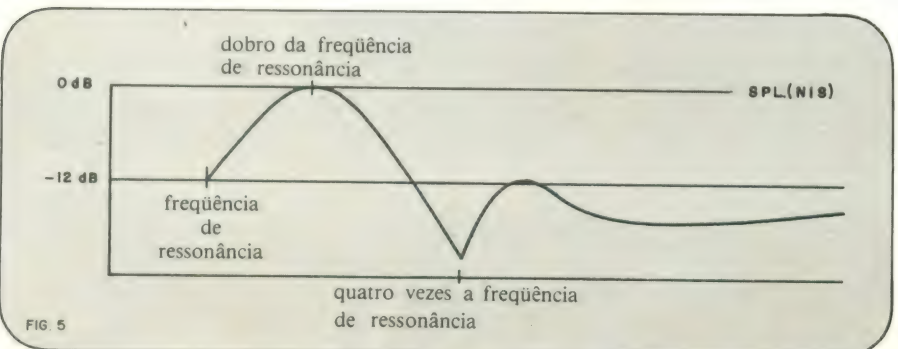
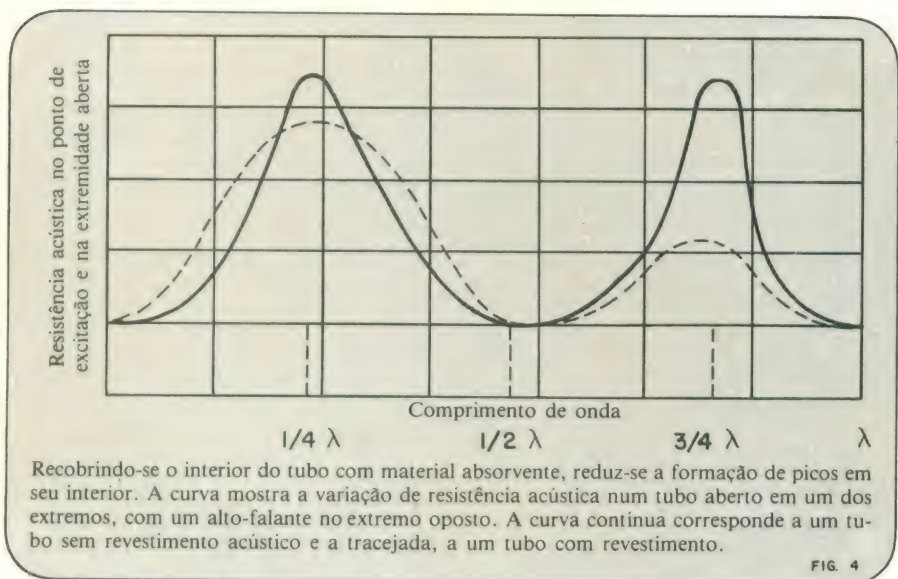
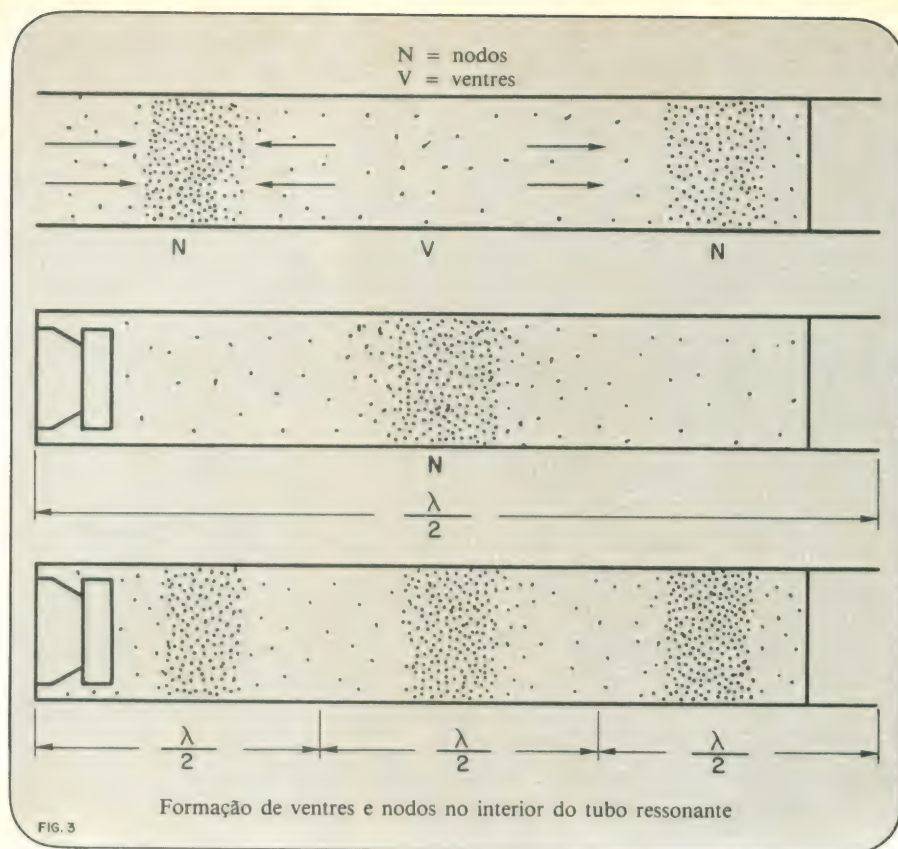
cimo da potência disponível nos médios, para haver a sensação de uns meros "traços" de graves...

O *Air Coupler* pode ser tão eficiente que, com um único falante de oito polegadas, nacional, de péssima qualidade, consegui níveis de pressão sonora em uma sala — colocando-o, em *air coupler* estrategicamente posicionado — iguais aos máximos produzidos pelos meus dois monitores "4343", "JBL", juntos, munidos de um par dos melhores alto-falantes de graves existente de quinze polegadas, os "2231"! Isto, com apenas 10 WRMS, contra os 200 aplicados nestes últimos!

Imagine do que seriam capazes esses mesmos alto-falantes de 15 polegadas JBL, se fossem instalados no lugar do coitadinho de 8"!... Talvez eu não estivesse mais aqui escrevendo — nem as paredes da sala ao meu redor!

Neste artigo vou apresentar, pois, entre outras coisas, os dados necessários para a construção do *air coupler*, bem como dos labirintos, em modelos menores, para uso residencial, ou maiores, para uso em grandes sistemas de som para shows e similares, e para as residências com sólidas paredes de concreto (e para os tímpanos de concreto) dos mais fanáticos...





Desde já, é necessário compreender que a utilização principal deste tipo de caixa acústica é em sistemas de som onde se possa acrescentar um divisor, ou mais um divisor de freqüências, eletrônico, para alimentar um amplificador necessário, exclusivamente para fornecer potência a essa caixa.

Convém misturar os canais de sistemas estereofônicos, nas freqüências abaixo de 50 Hz e enviá-los a um único sistema amplificador e a uma única caixa, colocada em um único canto do recinto.

O principal motivo, é que, colocados em cantos opostos, em uma mesma parede, haverá cancelamento severo de freqüências baixas relacionadas com a distância entre os dois cantos. Gastei muito tempo e dinheiro para aprender isto... Uma caixa sozinha em um canto fala mais alto que duas, em dois cantos, e custa a metade... Outro motivo é, no caso de reprodução de discos, o cancelamento desejável dos componentes sub-sônicos captados pela agulha na vibração vertical.

Em sistemas de sonorização, também é aconselhável o uso monofônico, mas não obrigatório, podendo ser feito com sucesso em canais separados, em estéreo. Mesmo em pequenos sistemas residenciais, usando alto-falantes de menores diâmetros, e amplificadores comuns, de pequena potência, como já ficou patente com o caso do alto-falante de 8 polegadas, os resultados e acurção poderão ser assombrosos, a custo verdadeiramente dentro das possibilidades de praticamente qualquer um que tenha conseguido adquirir ou montar um pequeno sistema residencial.

A teoria dos tubos acústicos terá de ser exposta, portanto, neste artigo, para permitir a aplicação do sistema, atendendo a qualquer caso particular. Peço paciência para com ela. Quem desejar, poderá ir diretamente aos projetos, quando servirem tal como aparecem na revista.

Tubos e labirintos — Teoria

As "caixas acústicas" em geral, sejam *Baffles* planos, gabinetes abertos, fechados, refletores de graves, em suas várias versões, as cornetas e outros, tem alguns problemas fundamentais; principalmente os seguintes:

1) Evitar o cancelamento mútuo entre as ondas anteriores e posteriores do alto-falante.

2) Produzir um bom acoplamento entre o cone e o meio acústico;

3) Amortecer o cone, com eficiência, na freqüência de ressonância, principalmente;

4) Permitir suave transição na resposta às freqüências, entre a faixa que reproduzem e as reproduzidas por outras caixas do sistema;

5) Produzir uma cobertura angular de-

terminada, nos planos vertical e horizontal;

6) Aproveitar energia sem desperdício e sem prejuízo da qualidade, evitando a geração de sons não existentes no programa;

7) Produzir níveis de pressão sonora úteis e compatíveis com os do resto do sistema e o objetivo deste;

8) Custo, dimensões, aspecto, resistência, peso, facilidade de transporte e montagem no local de utilização, facilidade de fabricação;

9) Máximo SPL, ou NIS (nível de intensidade sonora) por m^3 ; uma regra de valor para o projeto de qualquer caixa acústica.

Os tubos e os labirintos não fogem às regras; ver figura 1, onde aparece um tubo, aberto em uma das extremidades e aplicado à parte posterior de um alto-falante pela outra. Devemos analisar detalhadamente os efeitos acústicos que aí se apresentam, para chegar a nossos objetivos.

Vamos visualizar agora o tubo da figura 1, fechado na extremidade oposta ao alto-falante. Nossa visualização deverá parecer com o que vemos na figura 2.

Na figura 2-1 aparece um tubo fechado, com o alto-falante colocado em um dos extremos; alimentamos esse alto-falante com um sinal puro, senoidal, como o da figura 2-2, de frequência muito baixa, fazendo o cone vibrar nessa frequência; quando o cone tiver se deslocado completamente para baixo, teremos o máximo de compressão no ar encerrado e esta onda de compressão se deslocará até o outro extremo do tubo, a uma velocidade um pouco menor que no ar livre, devido à fricção com as paredes, tudo isto ocorrendo em um determinado espaço de tempo.

Podemos visualizar as moléculas de ar se comprimindo no extremo fechado do tubo. Elas não poderão continuar indefinidamente nesse estado de compressão, e começará a haver uma expansão de retorno em direção ao alto-falante, procurando alcançar a pressão atmosférica normal.

Na prática, teremos uma onda que percorrerá o tubo ida e volta. De forma idêntica se comporta a onda de descompressão formada pelo deslocamento do cone do alto-falante para fora.

Propositadamente, teremos construído o tubo de maneira a que a onda de pressão gaste um tempo igual a um ciclo da CA com que alimentamos o alto-falante, para ir e voltar dentro do tubo.

Visualizamos o conjunto de fenômenos, e constatamos que a onda de pressão ao voltar, encontra-se com o cone do alto-falante justamente quando este comprime de novo o ar, em novo ciclo.

O cone será, então, amortecido em seu

movimento vibratório, o mesmo acontecendo no caso da onda de descompressão, que produzirá uma sucção do cone quando este se afastar para fora do tubo, tudo isto limitando seu movimento.

O resultado deste processo é que o alto-falante terá seu cone trabalhando contra uma impedância muito alta, e o som irradiado sofrerá uma redução notável, quando o comprimento do tubo for igual à metade do comprimento de onda do sinal de áudio aplicado.

Com a mesma visualização, percebemos que acontecerá exatamente o contrário se o tubo tiver um quarto do comprimento de onda; o movimento do cone será ampliado pelo da coluna de ar, aumentando a radiação acústica, como se o cone estivesse carregado com impedância muito baixa.

Isto é o que acontece com o tubo fechado no extremo oposto ao alto-falante. Vejamos o que acontece com o tubo aberto.

Visualizaremos a onda de pressão, percorrendo o tubo da mesma forma em direção ao extremo, agora aberto, do tubo. Desta vez, não terá onde refletir-se. O ar sairá pelo extremo aberto e provocará uma rarefação na região interna próxima à abertura, que conterá menos ar do que antes.

Esta mesma rarefação se estenderá pelo tubo em direção ao alto-falante e provocará o inverso do que observamos no caso do tubo fechado.

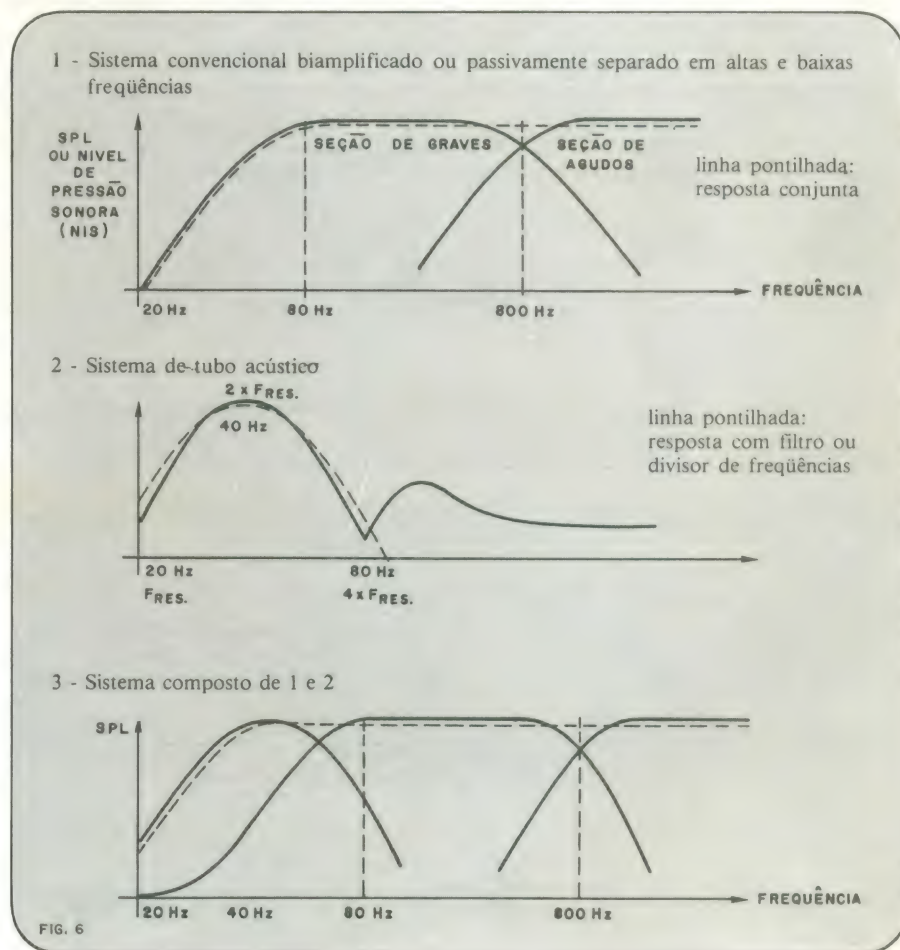
No tubo aberto, de comprimento igual a meia onda, o cone verá uma impedância muito baixa. No tubo de comprimento igual a um quarto de onda, o cone verá uma impedância muito alta.

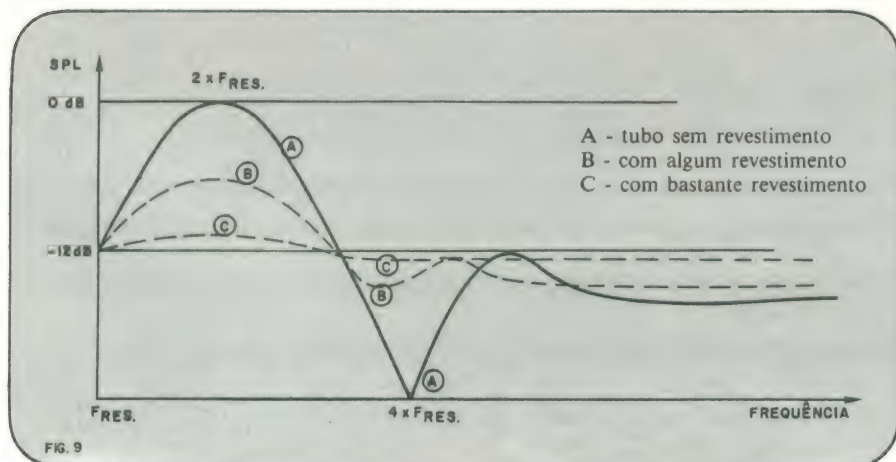
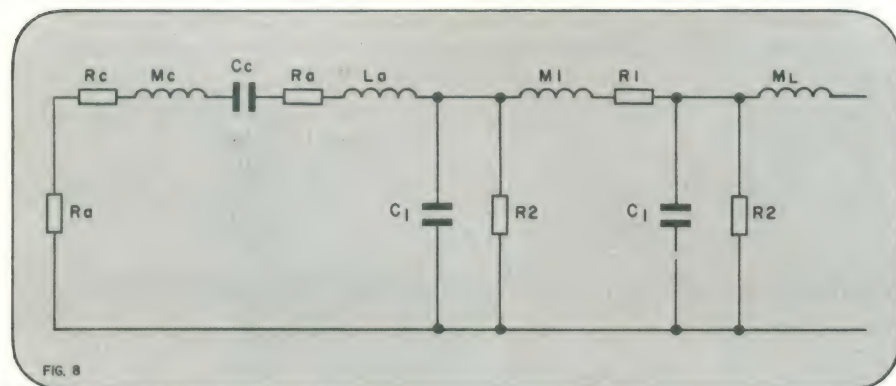
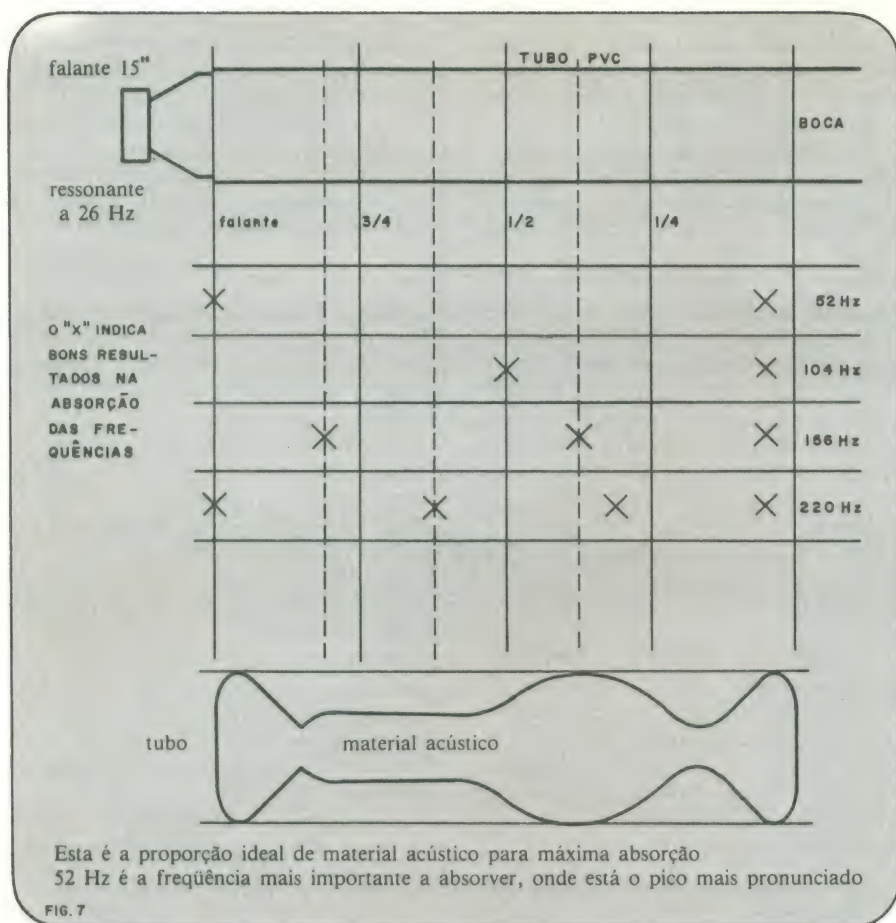
Se o tubo tiver uma longitude igual a vários quartos de onda, aparecerão vários pontos de máxima e mínima impedância, formando-se as "ondas estacionárias", dotadas de pontos de máxima pressão (ventres ou picos) e pontos de mínima pressão (nodos ou vales).

No tubo aberto de comprimento igual a meia onda, existirá um único nodo, situado no centro, onde a velocidade do ar é zero, dizendo-se que este tubo está vibrando em "fundamental".

Quando vários nodos se produzem no interior do tubo, entre dois deles sempre haverá um ventre, e a frequência da fundamental será igual à velocidade do som dividida pelo dobro da distância do cone ao primeiro ventre, independente da natureza das paredes, de forma, da seção transversal e suas dimensões. Ver figuras 3 e 4.

Na prática, o comprimento do tubo deve ser menor do que se estabelece teórica-





mente, porque no processo intervêm também as moléculas de ar próximas aos extremos do tubo. Este fator de correção é de 1,7 R em caso de tubo circular, ou de $1,7 \sqrt{A/R}$ se não for.

Portanto,

$$l = \frac{360}{2f} = 1,7 R$$

ou;

$$l = \frac{360}{2f} = 1,7 \sqrt{A/R}$$

A frequência será dada pela seguinte expressão;

$$f = \frac{360}{2(L/1,7R)}$$

estando L e R em metros.

Percebemos que o tubo ressonante se comporta, na frequência em que é igual a um quarto do comprimento de onda, como um transformador de impedâncias, já que o extremo aplicado à fonte apresenta uma impedância zero, enquanto o extremo oposto apresenta uma impedância máxima.

Importante lembrar!

Por isso, aplicando a um alto-falante um tubo aberto, de longitude igual a um quarto do comprimento de onda da frequência de ressonância do cone, se poderá obter um excelente amortecimento, dada a elevada impedância desenvolvida no extremo oposto. O mesmo efeito se obtém com um tubo com o dobro do comprimento, porém fechado.

Para uma frequência igual ao dobro da frequência de ressonância do cone, o tubo se comportará como uma linha de transmissão de meia onda e a onda de saída estará em fase igual à que emerge da parte anterior do cone; portanto, o tubo terá provocado uma inversão de fase da onda posterior, como acontece com o *bass-reflex*, aumentando o rendimento.

Ver, na figura 5, a resposta em pressão sonora obtida com um tubo aberto.

A resposta vista na figura 5 é indesejável para sistemas em que caixa fosse obrigada a cobrir uma larga faixa de frequências. Daí ter sido posta de lado nos sistemas convencionais, que se utilizam no máximo de uma única seção de baixas frequências.

No sistema aqui proposto, no entanto, aproveitaremos apenas a região de máxima eficiência, que cobre aproximadamente duas oitavas e, pela criteriosa separação ou divisão das frequências entre o sistema de graves profundos, aproveitaremos também, a primeira oitava, entre a frequência de ressonância do alto-falante

é o dobro da mesma frequência, obtendo o resultado visto na figura 6.

Um grupo de dois ou três tubos acústicos pode ser utilizado em paralelo, cada um sintonizado em uma frequência, para atingir ultra-baixas frequências.

Grande vantagem!

Para o caso de se desejar utilizar o tubo em faixas mais amplas de frequência, a colocação de material absorvente em seu interior reduzirá as cristas e vales, tornando o sistema mais plano, tanto quanto um *bass-reflex*, mas com a enorme vantagem de **não fazer subir a frequência de ressonância do falante**, como este último! Sabemos que a frequência de ressonância de um alto-falante na caixa é o limite da resposta a baixas frequências!

A disposição de material absorvente no interior do tubo foi estudada por mim, utilizando um alto-falante de 15 polegadas acoplado a um tubo de PVC e verificando na prática as regiões em que o material afetava a resposta. Isto pode ser visto na figura 7.

Uma curva de impedância com "Q" igual a 8, sendo

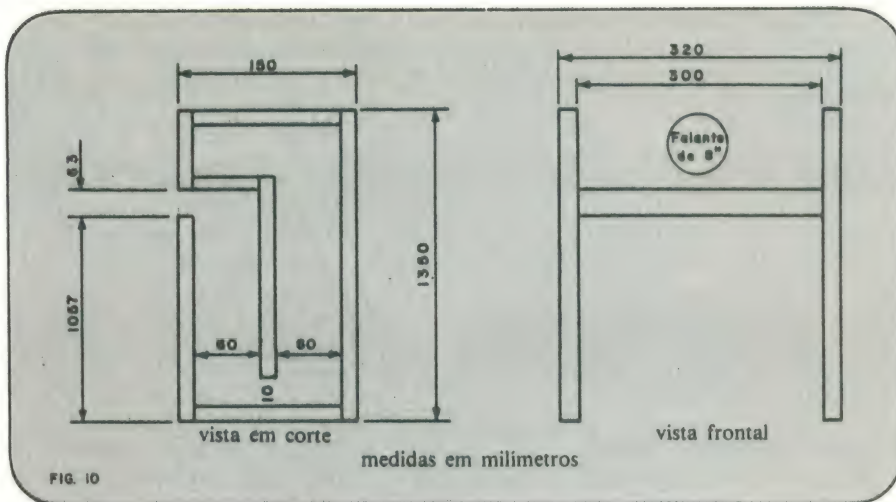
$$Q = \frac{\text{frequência}}{\text{largura de banda}}$$

foi obtida com o tubo sem revestimento. Com revestimento, pude chegar a $Q = 0,133$, portanto muito mais que suficiente para eliminar ressonâncias e vales e obter resposta plana de alta-fidelidade, aproveitando o alto-falante desde sua frequência de ressonância ao ar livre, que não foi alterada pela caixa! Sabemos que a curva de impedância guarda relação estreita com a resposta a frequências, daí a validade das medições, que foram confirmadas auditivamente.

Nosso propósito, porém, não é o de obter uma caixa plana nos graves apesar de que o labirinto poderia superar um *bass-reflex* pelas dimensões mais reduzidas e reprodução de graves mais profundos.

Para incrementar os sistemas existentes, como na figura 6, deve-se usar a caixa sem material acústico, obtendo máxima eficiência e máximo amortecimento, com um som extremamente seco e forte, na oitava que se deseja cobrir.

Agindo assim, ao invés de utilizar um equalizador gráfico e puxar +12 dB (dezesseis vezes mais potência!) na região dos 30 Hz, podemos manter plano o controle do mesmo para essa frequência e acrescentar o sistema, para obter o mesmo som, com economia de potência, sem distorção (pois o som é puríssimo, já que vem da vibração da coluna de ar) e com enorme folga de potência para a antiga seção de graves, agora passando a trabalhar plana, em médios e graves.



Utilizando um alto-falante de 15 ou 18 polegadas, com a frequência de ressonância em 15 Hz, podemos obter o pico a 30 Hz e cobrir uma faixa útil de 15 a 45 Hz, usando um divisor de frequências a 45 Hz!

Existem no mercado falantes com ressonância ao redor de 15 Hz, como por exemplo, os JBL 2231 que ressoam ao ar livre com 16 Hz. Pode-se abaixar a frequência de ressonância de qualquer alto-falante, colando-se um anel pesado no ponto onde a bobina móvel está fixada ao cone, bem como amolecendo as bordas da suspensão e a "aranha". Isto tem que ser feito com extremo cuidado, principalmente o amolecimento da suspensão, para não eliminar a força de retorno à posição média do curso do cone, nem descentralizar a bobina móvel. O processo de acrescentar peso reduz a eficiência, mas é menos arriscado que mexer na suspensão. Eficiência não se deve desprezar, mas ainda a teremos de sobra devido ao tubo acústico.

A propósito, para encontrar o comprimento de onda, a fórmula é dividir 330 metros, que é o comprimento aproximado de onda de 1 Hz, pela frequência cujo comprimento de onda desejamos conhe-

cer. Por exemplo, para encontrar o comprimento de onda de 80 Hz, teremos:

$$\frac{330}{80} = 4,125 \text{ metros.}$$

Para 15 Hz, teremos:

$$\frac{330}{15} = 22 \text{ metros.}$$

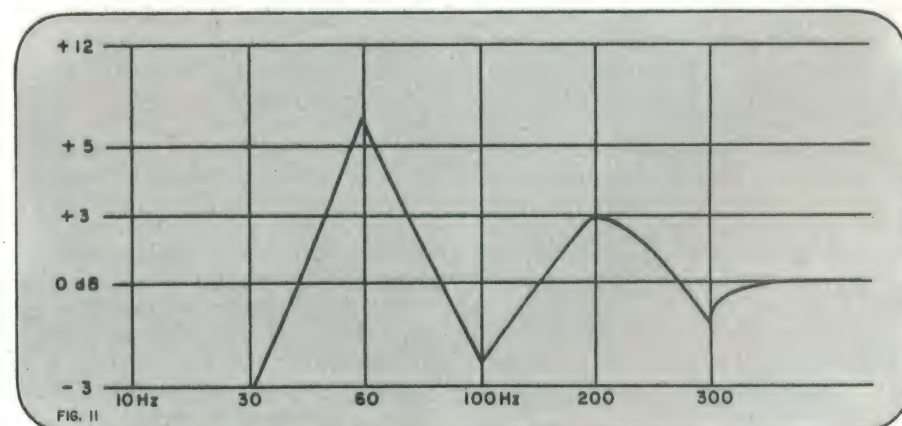
Como o tubo deverá ter um quarto do comprimento de onda da frequência de ressonância do alto-falante, teremos, para 15 Hz, um tubo de

$$\frac{22}{4} = 5,5 \text{ metros.}$$

Labirintos

Tubos com 5,5 metros não são práticos, daí a idéia da construção de labirintos, que são tubos dobrados sobre si mesmos.

Como a seção do tubo deverá ter área aproximadamente equivalente à área útil do cone do alto-falante, mesmo um tubo de 5,5 metros dará uma caixa relativamente pequena ao ser dobrado sobre si mesmo. Colocado em outro tipo de caixa, com volume igual, a frequência do alto-falante subiria excessivamente para



reproduzir as frequências desejadas. Esta é uma grande vantagem dos labirintos.

Quando o labirinto deve reproduzir também frequências mais elevadas, além de colocarmos material absorvente, deveremos fazer a boca aberta do tubo ficar, se possível, próxima ao alto-falante, porém não cobrindo sua face anterior, como acontece com o *air coupler*.

Quando só as frequências mais baixas serão reproduzidas, pode-se optar pelo sistema do *air coupler*, que encerra todo o alto-falante na caixa, deixando apenas uma abertura lateral para a saída do som. Veremos logo adiante.

Um pouco mais de teoria

Na figura 8, apresento o circuito equivalente ao tubo ressonante, que é o de uma linha de transmissão.

A energia acústica devida à onda posterior se dissipa em sua maior parte nos componentes resistivos R1 e R2, onde R1 constitui as perdas por fricção entre o ar em movimento e o material amortecedor interno. R2 se deve à absorção do som devida a essas superfícies.

À Medida em que R1 aumenta, R2 diminui, o que se traduz na necessidade de aumentar muito a espessura do revestimento, para que seja eficiente nas baixas frequências. Isto reduzirá a seção efetiva do tubo, aumentando a carga imposta ao cone e atenuando as frequências baixas em geral, o que pode ser aceitável conforme o uso destinado ao sistema.

A figura 9 mostra as curvas obtidas por mim com e sem revestimento no tubo de PVC com o falante de 15 polegadas.

Um pequeno projeto para residências

Em minhas experiências, já mencionei que construí uma caixa-labirinto para um alto-falante de 8 polegadas nacional, que rendia muito nos graves.

Vou fornecer agora as dimensões da caixa, que pode ser vista na figura 10.

Você mesmo poderá constatar a consistência dessas dimensões com os dados teóricos já fornecidos.

As paredes da caixa foram feitas com compensados de 10 milímetros. Deverão ser extremamente bem coladas e reforçadas nos cantos. É desejável, para projetos de aplicação (e não para a experimentação pura e simples), usar espessuras de 15 milímetros ou até mais, corrigindo as medidas, relativamente, no projeto da figura 10. Com 10 milímetros, bem colada, no entanto, já teremos bons resultados a um custo reduzido.

A frequência de ressonância do alto-falante foi baixada com pesos, para 36 Hz, e o comprimento médio do tubo dobrado é de 2,5 metros.

A curva de resposta aparece na figura 11 para a caixa sem revestimento acústico.

Colocada em um canto, no teto, os resultados já foram expostos com respeito à eficiência.

Cortada para uma faixa útil de aproximadamente 30 a 100 Hz, produz graves secos e fortíssimos para um pequeno falante de 8 polegadas. Vale por dois falantes de 15 polegadas dos bons, postos em duas caixas tipo *bass-reflex* separadas e encostadas à parede plana e reproduzindo a mesma faixa!

A ressonância original do falante de 8 polegadas era de 53 Hz. Colando um pedaço de 70 cm de solda com diâmetro (a solda...) de 1,5 mm, no cone, no local já explicado, obtive a ressonância de 36 Hz, sem mexer na suspensão.

O Air coupler!

Vamos agora tornar o assunto mais grave...

Acabamos de manifestar, em vários planos, parte da Força obtida.

Retornamos agora para o recolhimento interior, onde as formas e a experiência direta estão sob nossos poder.

Vamos juntos, viajar para um local, psicologicamente.

Utilizando os secretíssimos processos, nossa técnica permite isolar e dirigir nossas mentes para o objetivo.

Tudo está escuro, estamos chegando...

Pequenas luzes vermelhas surgem aqui e ali, fixas, acesas, em colunas verticais simetricamente dispostas, e nos fazem pressentir amplificadores de potência em estado de prontidão.

O ar vibra com a presença silenciosa de centenas de pessoas, e a maciez de poltronas bem estofadas nos sustenta o corpo.

A aragem do ar condicionado e o silencioso aspirar de suas bocas faz sentir os limites de nossos corpos pelo tato.

Antes do show, visualização que não nos interessará desta vez, inicia-se uma quase imperceptível atividade entre os técnicos, escondidos por detrás da massa negra do equipamento de som, dentro da escuridão.

Uma vibração, a princípio suave, começa a se fazer sentir nas partes soltas do tecido de nossas roupas... Um tom inaudível se faz presente, abaixo das frequências mais graves que nossos ouvidos podem captar, e a vibração do ar começa a se fazer sentir pela modulação do sutil ruído do sistema de ar condicionado.

Aumentando de intensidade, o movimento vibratório das partículas de ar começa a levar consigo os finos pelos da face, e a própria respiração é afetada.

O ar que penetra nos pulmões faz um movimento rítmico, entrando rapidamente

te e saindo, à nossa revelia, centenas de vezes durante cada respiração, forçado pela vibração sub-sônica.

Um murmúrio de espanto nos envolve, vindo do público excitado!

A roupa vibra fortemente; a traquéia se assemelha ao cano de escape de uma moto monocilíndrica em marcha lenta; a sensação é nova e chega a preocupar.

Todo o corpo é atingido agora; os próprios músculos são massageados por uma vibração intensa e a respiração não encontra acomodação no novo ambiente, onde todo e qualquer ruído é estroboscopicamente modulado pela intensa onda de sub-sons.

Assobios e gritos entre o público, alguns aplausos e o cheiro do medo, do suspense, são todos modulados e a potência cresce!

As poltronas e as paredes vibram fortemente, e balançam; o chão formiga sob os pés e o ar ventila ao nosso redor e por dentro dos pulmões.

Suaves harmônicos aparecem na distorção causada pelo sub-som nos tímpanos, e os 120 dB são ultrapassados, causando algum desconforto e desconfiança. A sensação do poder dirigido pelos técnicos invisíveis é aterradora, e colocamos nossas vidas em suas mãos, pois são senhores das forças de um terremoto!

Eles sabem o que fazem...

Aos poucos, assim como subiu, a potência decresce, e os efeitos sonoros vão substituindo as ondas sub-sônicas; algumas luzes se acendem em facho dirigidos ao palco, e lá estão aqueles que fomos nós na viagem pelo "som do palco" do artigo anterior... Hoje somos o público... Eles, são os Senhores da Força, e estão prestes a criar o sistema de retorno, a nova caixa e as vibrações do primeiro acorde de suas guitarras...

Aquecidos pelo esforço, os amplificadores de potência do sistema sub-sônico são acariciados pelas mãos dos técnicos; em suas bocas paira o sorriso olímpico do poder manifesto.

Por toda a volta do palco, em baixo, nos cantos, estrategicamente colocados, vemos agora objetos pretos; caixas acústicas sub-sônicas, compridas, estreitas, com uma abertura lateral mais escura ainda, por onde a atividade vibratória se acoplou ao ar que parece desprender um resto de vapor de negra energia sub-sônica; chamam nossa atenção.

Vamos abandonando as poltronas; o show já rodopia à nossa volta, e nos aproximamos respeitosamente de uma das colunas colocadas num canto, presa à parede.

Ela repousa majestosa, aguardando o momento de entrar novamente em ação, nas passagens de efeitos especiais.

Não só respeitosamente... Com certo temor, eu diria! Aquelas bocas negras são

capazes de destruir nossos tímpanos, se forem excitadas pelo sistema nervoso do dragão sonoro cuja alma é o técnico de som, lá na mesa, em meio ao público.

Confiemos nele! Confiemos na perfeição técnica dos amplificadores que não entrarão em mortífera oscilação, excitando prematuramente as caixas.

Confiemos no propósito do momento presente, dirigido e sustentado pela Força Maior!...

Então, avançamos em sua direção e aproximamos as mãos para tocá-la.

Contato! Um arrepio causado pela madeira áspera, pintada de látex preto fosco nos percorre.

Temos também nosso poder...

Concentramo-nos e congelamos um instante no tempo.

As pessoas deixam de mover-se ao nosso redor.

As vibrações sonoras caem de frequência e situamo-nos entre um ciclo e o seguinte, para trabalhar!

O dragão está adormecido, pode ser tocado. Como no Jardim das Hespérides, qual Hércules, temos sua existência a nosso dispor.

Côncios de nossos bons propósitos, com um ritual de aproximação, desconectamos a magnífica peça de equipamento do sistema e a colocamos em local mais apropriado para o estudo. Tomamos suas

dimensões, que apresentamos agora neste artigo da Nova Eletrônica, e tecemos as considerações a seguir.

A caixa é recolocada em seu lugar, reconectada, e ao tempo damos ordem de correr.

Tudo se move e prossegue o show.

Voltemos da viagem para a Nova Eletrônica, e vejamos o que obtivemos para o plano material! Vejamos a figura 12.

Construção

Verificamos que o *Air coupler* deve ser construído seguindo-se certas regras básicas. As juntas tem de ser coladas e reforçadas com ripas de 25 x 25 mm, e parafusadas nos sentidos das duas superfícies perpendiculares que formam cada canto da caixa. Os parafusos devem separar-se por 10 cm. Não pode haver o menor escape de ar — tem que ser perfeita a vedação.

A madeira ideal é o compensado, de preferência naval, e com 25 mm de espessura. Aglomerado não serve para equipamento portátil — esboroa-se e pesa demais.

A única abertura é lateral e o alto-falante, de 15 polegadas e com uma ressonância ao ar livre de 20 Hz, fica com sua face externa coberta pela parede da caixa e visível obliquamente pela abertura lateral. É colocado pela parte de trás do *baffle*, que é uma tábua que divide a caixa

em dois dutos que se encontram no extremo oposto ao do alto-falante, formando um tubo dobrado sobre si mesmo.

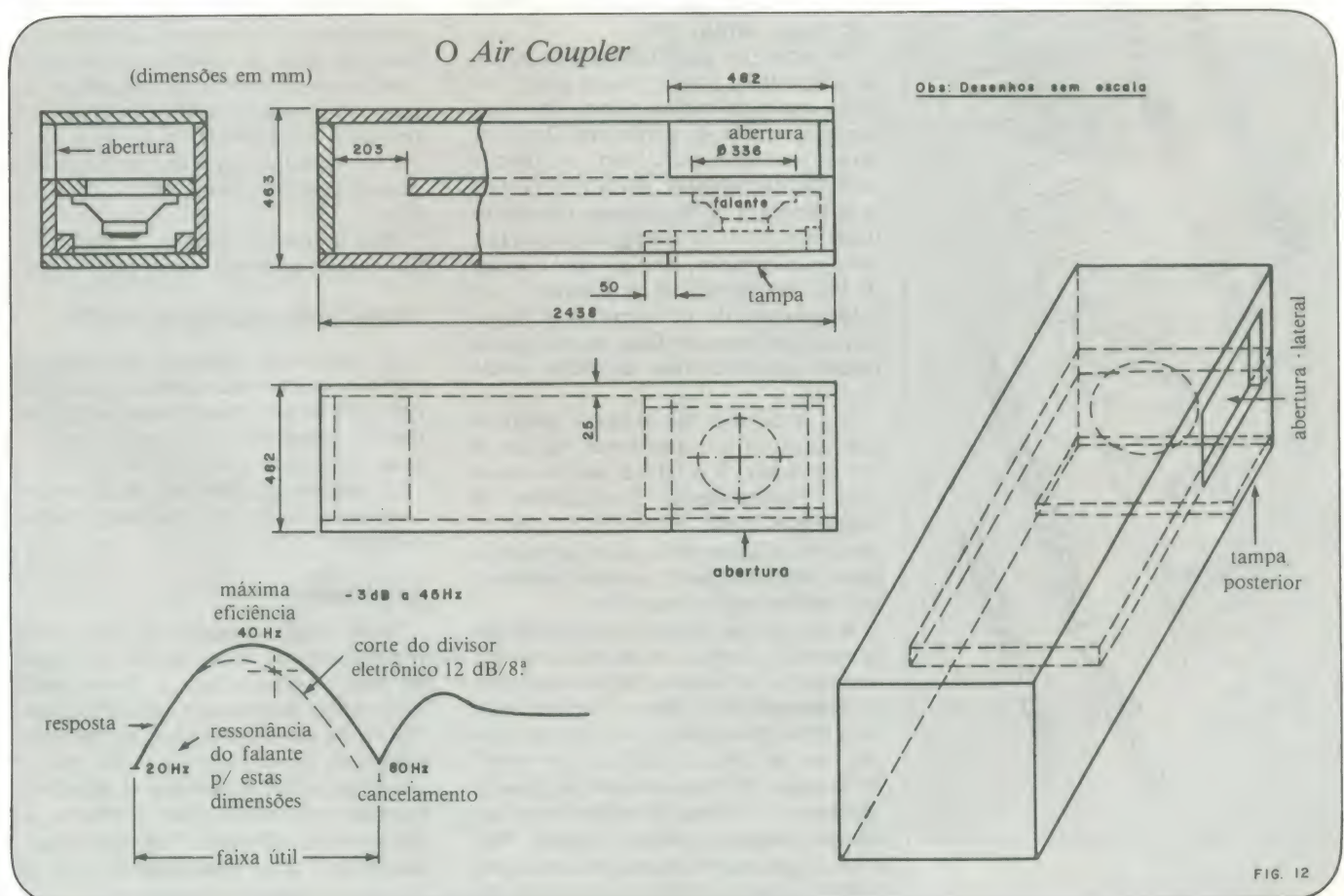
Para alto-falantes de 15 polegadas, com frequências de ressonância ao ar livre diferentes, o comprimento do duto (e portanto da caixa) deverá ser ajustado conforme as leis de acústica apresentadas no subtítulo "Teoria". Pode-se assim cobrir qualquer oitava da faixa de áudio e fora dela e experimentos em todas elas são bem-vindos.

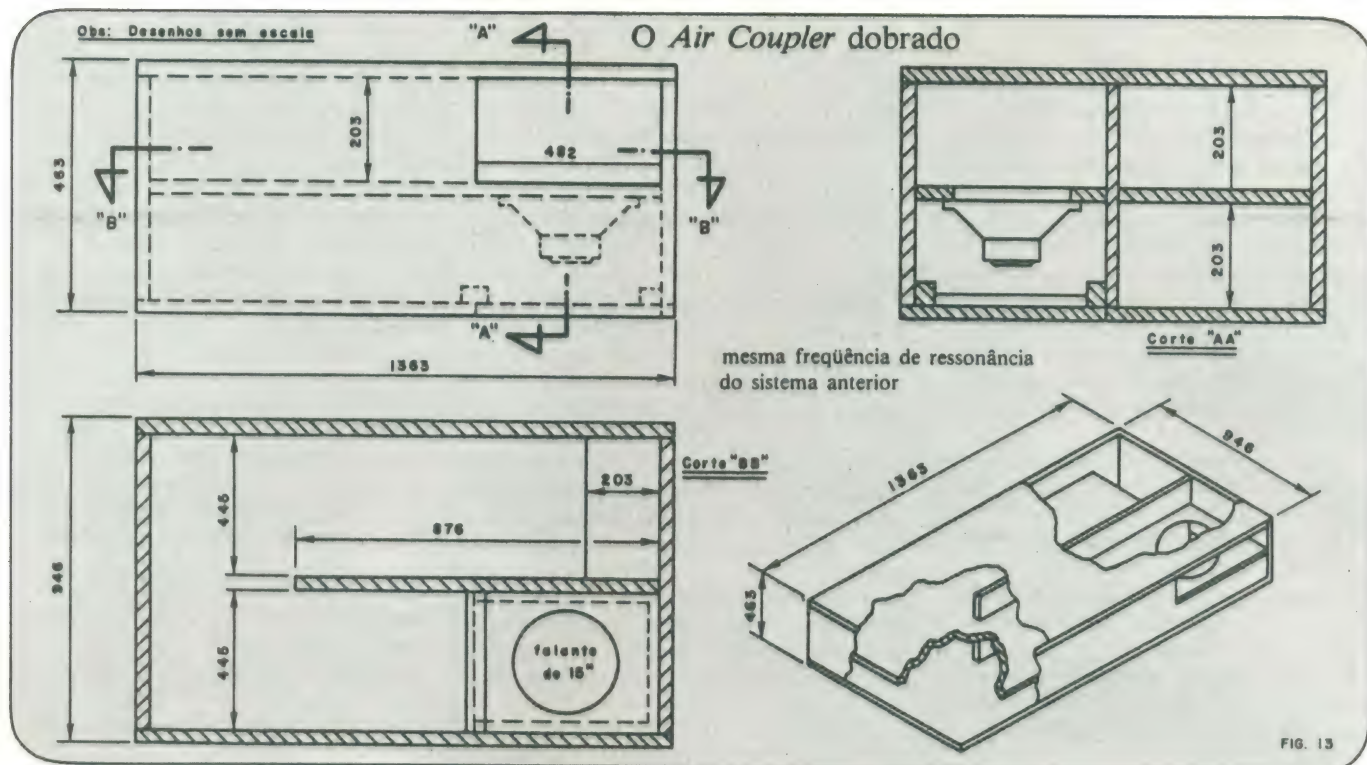
Sistemas de vários *air couplers*, sintonizados em frequências não relacionadas harmonicamente, poderão cobrir toda a região dos sub-graves com máxima eficiência, dispositivos como tubos de órgão conectados em um mesmo amplificador de potência, fazendo o trabalho de equilíbrio de resposta apenas acusticamente.

Atenção! Divisor de frequências

Dados a respeito do divisor de frequências para esse fim e inclusive um circuito de divisor com frequência variável foram fornecidos em meu artigo anterior da Nova Eletrônica, sobre Sonorização Residencial.

Esses mesmos divisores, ou qualquer divisor eletrônico de seu próprio projeto poderão ser utilizados. Uma boa fonte de informação é o *Audio Handbook* da National, editado pela EDITELE, da Nova





Fique ao lado
dos fortes, fique com

NOVA ELETRÔNICA

Retorno garantido para
seu anúncio

Eletrônica. Não recomendo divisores quaisquer de 18 dB/oitava, para evitar excessivo desvio de fase e perda de impacto sonoro. Excelente artigo a respeito é o de D.C. Hamill, na revista inglesa *Wireless World*, agosto 1981.

Na seção dos amplificadores de potência das caixas, no sistema de graves comum, agora de médios graves, não é necessário atenuar os graves em 12 dB/oitava, ativamente, para fazer corte com o sistema de *air coupler*. As próprias caixas se encarregam de não conseguirem reproduzir com potência esses graves e, no máximo, um capacitor em série com a entrada dos amplificadores de potência, com valor ao redor de 0,2 microfarads, bastará para dar bastante folga ao sistema de médios graves e evitar distorção, sendo passivo.

Um analisador de espectro como os que construo artesanalmente, se for de 1/3 de oitava, é desejável para as medições e poupa tempo. Analisadores de banda mais larga, de uma oitava por coluna, não ajudam muito, e um gerador de áudio senoidal, para ouvidos treinados, fará melhor serviço que estes.

A posição das caixas fará diferença para corrigir a fase na região de *crossover*, onde ambos os sistemas reproduzem com igual intensidade o som e a melhor regra para uma única caixa de sub-graves pareceria ser colocá-la o mais próximo possível da caixa de graves comum, o que será verdade se o sistema for estéreo e as caixas não forem colocadas nos cantos. Não é isto o que ocorre na maioria dos casos práticos, pois enquanto estas caixas co-

muns não devem ficar próximas a cantos das paredes, para evitar acoplamento acústico com a sala e problemas de ondas estacionárias com cancelamentos em sistemas estereofônicos, o *air coupler*, misturado monofonicamente, deverá estar onde produza o máximo acoplamento justamente nos cantos. A fase deverá ser, portanto, corrigida com a inversão dos terminais dos alto-falantes e com a variação do ponto de corte de frequências do divisor, com sua conseqüente variação de fase.

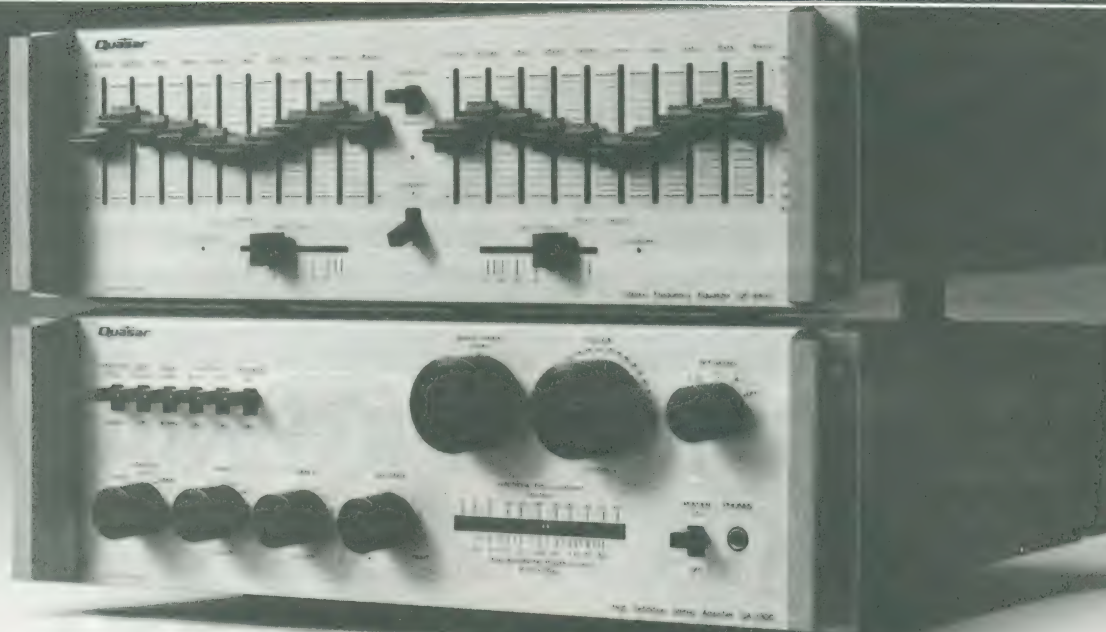
Bem ajustado o sistema, os resultados são aqueles que você espera alcançar!...

Outra versão do Air Coupler

De mais difícil realização, porém de dimensões às vezes mais práticas, o *air coupler* pode ser novamente dobrado sobre si mesmo, formando uma caixa mais retangular. O projeto desta aparece na figura 13, e também foi observado no momento congelado do show que visitamos psiquicamente.

Conclusão

Neste artigo, o espaço da revista não permite estender nossa viagem pelo mundo das frequências baixas. Brevemente, uma região inexplorada dessas frequências estará ao nosso alcance, em próxima edição da Nova Eletrônica. Tão brevemente que não faremos sequer uma nova incursão nos planos onde acabamos de buscar o conhecimento; ficaremos aguardando essa nova oportunidade para ali nos encontrarmos mais uma vez!



Imaginação e Verticalização: A estratégia da Quasar

Desenvolvimento de um desenho industrial próprio, verticalização da produção, manter-se firme no intento de permanecer uma empresa de pequeno porte, produzindo equipamento de alta qualidade: essas foram as soluções encontradas por Alexandre Sresnewsky, da Quasar, para fazer frente a um mercado cada dia mais competitivo e massificado. Nesta reportagem, damos uma geral sobre o que é a Quasar atualmente e o que pretende ser, daqui para a frente.

A Quasar não deixa de ser um caso à parte no mercado brasileiro de som. Situada em São Paulo, ao contrário da esmagadora maioria das empresas do ramo, que preferiu desfrutar das vantagens e isenções de Manaus, ela produz aparelhos de nível profissional feitos para durar, tanto em tecnologia com em *design*, contrariando todas as leis do desvairado mercado nacional de áudio. E, enquanto por um lado põe a boca no mundo sobre uma série de problemas enfrentados pelos empresários brasileiros, pelo outro procura se adaptar à situação atual, à espera de melhores dias.

Alexandre Sresnewsky, co-fundador, diretor e sócio majoritário da empresa, é o principal responsável pela condução de tal política, que pode parecer excêntrica, à primeira vista, mas na verdade é bastante coerente.

Breve história da Quasar

A Quasar teve início em 1965, como empresa de assessoria em projetos, trabalhando com equipamento importado. Com a crescente restrição às importações, passou a produzir caixas acústicas e mesas de som, empregando tecnologia 100%

nacional, filosofia que mantém até hoje.

Foi a Quasar o primeiro fabricante a lançar, no Brasil, a linha modular em áudio, que se prestava tanto às aplicações de estúdio como a instalações residenciais. Era o início dos *racks*, que hoje estão sendo adotados por quase todas as grandes empresas do setor. A idéia, criada na época e mantida intacta, era criar uma linha de aparelhos que desse total liberdade de escolha ao usuário, na montagem de seu conjunto de som. A famosa "linha preta", concebida nessa época, subsiste até hoje.

Atualmente, a Quasar conta com *Know-how* próprio em todos os produtos que fabrica, inclusive os alto-falantes (que são projetados pela empresa e feitos sob encomenda); possui uma biblioteca com milhares de volumes, para fins de consulta e pesquisa; já está diversificando sua linha em termos de modelos, abandonando aos poucos a linha preta e proporcionando assim, outras opções ao usuário; e já partiu para uma maior verticalização de sua produção (deverá dispor, em breve, de uma segunda unidade industrial, na periferia de São Paulo, onde serão concentradas as instalações de estam-

paria, marcenaria, etc.), pressionada pela desnacionalização da indústria brasileira de componentes.

Dificuldades e soluções

Essa pressão provém, segundo Alexandre, da situação imperante na Zona Franca de Manaus. Sim, porque as empresas lá situadas tem licença para importar qualquer componente, apesar de, em muitos casos, existirem similares nacionais tão bons quanto os demais. Desse modo, até os botões usados nos aparelhos podem ser trazidos do Japão, por exemplo.

As facilidades e os incentivos oferecidos atraíram muitos fabricantes para o polo eletrônico de Manaus, tanto brasileiros como multinacionais. Uma vez lá instalados, desfrutam da possibilidade de importar kits já prontos de vários países orientais, para a montagem de uma linha completa de aparelhos de som (os kits, no caso, são módulos pré-montados dos mais variados tipos, que se pode adquirir em conjunto ou separadamente, a fim de formar o equipamento desejado).

Essas facilidades, afirma o diretor da Quasar, criam problemas sérios em duas

frentes: em primeiro lugar, a importação indiscriminada provoca um desaquecimento nas indústrias de componentes instalados no sul do país; e essa mesma importação inibe quase por completo a pesquisa e o desenvolvimento de equipamentos brasileiros e do próprio desenho industrial.

“O que existe é uma luta desigual entre as empresas instaladas em Manaus e as situadas aqui no sul. São desvantagens fiscais, de obtenção de matéria-prima, de preços”. Assim, Alexandre bate-se hoje para que Manaus só possa importar o que não exista ou não possa ser fabricado no Brasil.

Além disso, continua, parece que em nosso país procura-se “castigar” as empresas que desenvolvem tecnologia, enquanto no Japão mesmo existe um prêmio de isenção tributária para a tecnologia considerada inovadora.

Qual a saída para tudo isso? Alexandre aponta uma, citando o exemplo americano. “Nos Estados Unidos aconteceu o mesmo: as grandes marcas orientais se constituíram numa grande massa perante o usuário. A solução encontrada, então, foram as pequenas e médias empresas, com tecnologia altamente sofisticada, praticamente artesanal. O consumidor americano passou a reconhecer nelas a qualidade e a indústria de seu próprio país”.

Esse é o caminho seguido pela Quasar, atualmente, e o sugerido por ela para as demais empresas brasileiras do ramo. O segredo é não aspirar, segundo Alexandre, por uma gorda fatia do mercado, procurando concorrer em pé de igualdade com as grandes corporações aqui instaladas; ao contrário, é preciso manter a originalidade dos produtos e não provocar a alta rotatividade que se verifica atualmente, através da qual um modelo torna-se obsoleto em um ou dois anos. Em outras palavras, o ideal é criar o próprio desenho industrial, desenvolver a própria tecnologia e, assim, lançar equipamentos de qualidade, que durem e sejam altamente confiáveis.

Por outro lado, tentando compensar o desaquecimento da indústria brasileira de componentes e acessórios, a Quasar partiu para uma verticalização a médio prazo de sua produção. Os botões, por exemplo, já são projetados e fabricados lá mesmo, enquanto uma série de outros componentes deverá ter sua produção iniciada na segunda unidade industrial, já em planejamento.

“Posso oferecer, hoje,” — conclui Alexandre — “cinco anos de garantia na parte eletrônica de meus produtos, graças a uma rígida fiscalização de matéria-prima e à tecnologia esmerada aqui desenvolvida”. Não seria essa, realmente, a solução para a indústria brasileira de áudio?

MULTIMETROS DIGITAIS

WESTON

Schlumberger

Características

“Autorangeing”
Leve e portátil
Proteção contra sobrecarga
Baterias para 350 horas de operação
Alimentação: 2 baterias de 9V
Peso: 625g
Dimensões: 178mm x 146mm x 58mm



MODELO 6000



MODELO PDM 35

sinclair
Sinclair Radionics Ltd.

Características

3 1/2 dígitos
Display LED com leitura até ± 1999
Seleção de polaridade automática
Resolução de 1mV e 0,1 nA
Precisão de 1% da leitura
Indicação automática de sobrecarga
Dimensões 155mm x 75mm x 35mm
Peso 180g
Alimentação: baterias de 9 volts



INSTRUMENTOS ELÉTRICOS ENGRO S.A.

São Paulo: Rua das Margaridas, 221 (Brooklin) Fone: 542-2511 PABX
Telex 01121197 IELE — Caixa Postal 930
Rio de Janeiro: Av. Franklin Roosevelt, 115, cj. 403 — Fone: 220-7711

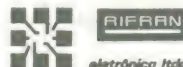
TERMÔMETRO ELETRÔNICO DIGITAL PORTÁTIL Tipo RIFRAN TED 150



- Escala de -50°C a $+150^{\circ}\text{C}$ com divisão de $1/10^{\circ}\text{C}$
- Precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ na faixa integral
- Utiliza sensor eletrônico calibrado a raio laser com excelente linearidade
- Indicação digital com display de cristal líquido LCD de ótima legibilidade
- Possui sensores para medição de imersão, superfície e de ar ou gás
- Alimentação com uma bateria de 9V para 150 horas de operação contínua
- Indicação automática de tensão baixa da bateria
- Sensor pode ser afastado do medidor com uma extensão de até 500m sem perder a precisão
- Acondicionado numa caixa robusta de alumínio anodizada com as dimensões de $150 \times 76 \times 32 \text{ mm}$

O Termômetro RIFRAN TED 150 é utilizado para medições instantâneas e precisas das temperaturas de superfície, imersão, ar e gás em petroquímica, química, laboratórios, frigoríficos, ambientes, produtos alimentares e indústrias em geral.

Um novo lançamento da



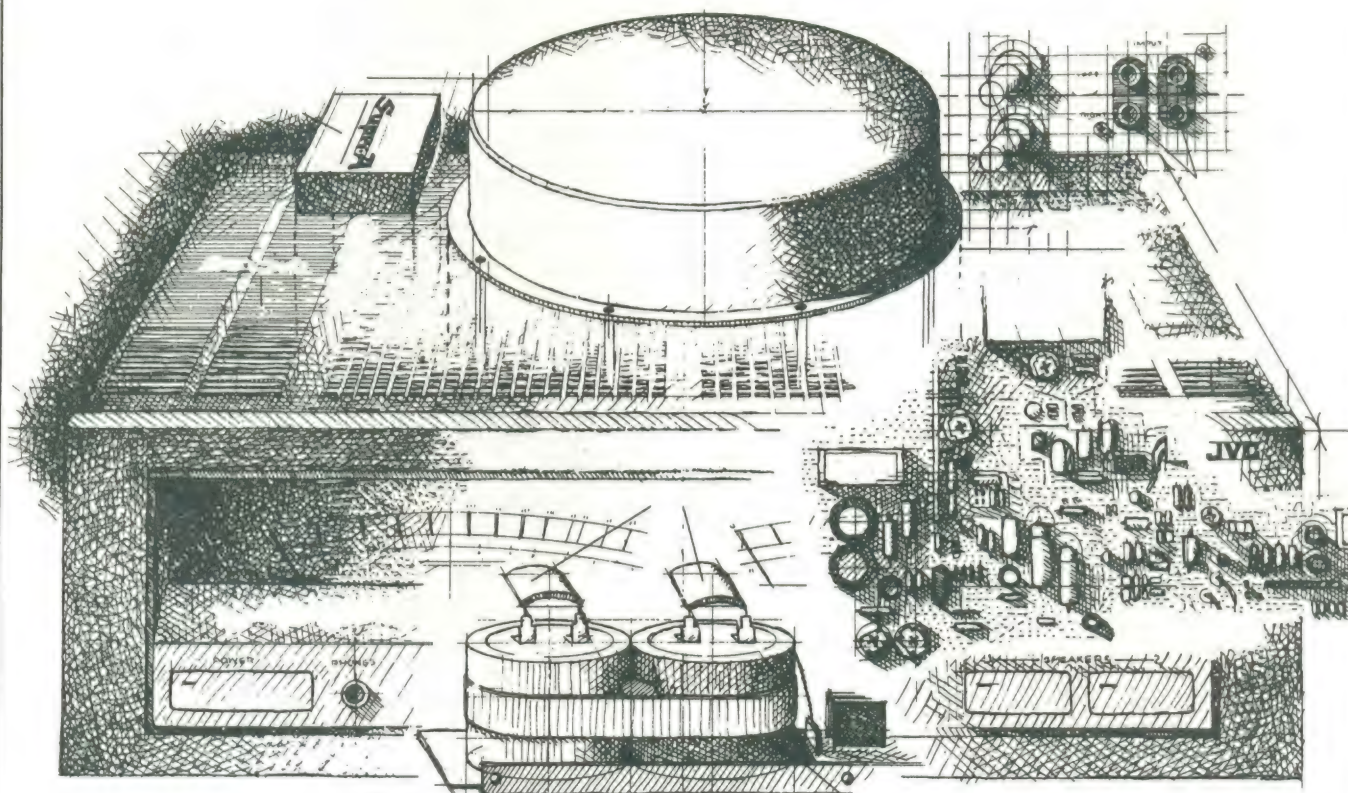
Rua Dr. Djalma Pinheiro Franco, 971 - CEP 04378 - São Paulo - SP
Telex: (011) 23752 CHPE BR — Tel.: 548-2056

OS MODERNOS AMPLIFICADORES DE ÁUDIO

Eng.º Renato Bezerra da Silva
Eng.º Paulo Medeiros de Vasconcelos

1.ª Parte

Depois de nos brindarem com uma série sobre gravação em fita magnética, nossos colaboradores voltam neste número especial de áudio, desvendando para todos os leitores os mais recentes conceitos sobre amplificadores de alta fidelidade.



Temos visto na imprensa técnica muitos artigos a respeito de amplificadores de áudio, mas, lamentavelmente, a grande maioria deles é muito superficial, não aumentando o conhecimento dos técnicos interessados nem dando subsídios que auxiliem o audiôfilo no momento da escolha do seu amplificador.

Nosso objetivo é esclarecer questões relacionadas com o comportamento dinâmico do amplificador quando ligado a uma caixa acústica, ao invés de discutirmos seu comportamento na bancada de testes, com cargas resistivas e sinais senoidais. Apesar de tratarmos com bastante profundidade o assunto, evitaremos o tratamento matemático, já que o mesmo é de nível superior e pertence aos domínios do estudo de servomecanismos. Quem se interessar, deve procurar livros que abranjam esta área.

Para maior entendimento, começaremos com uma introdução teórica abrangendo Análise de Fourier, amplificadores lineares e distorção. Este artigo deverá ser dividido em três partes, cobrindo um total de dezenove itens. Apresentaremos a seguir um sumário dos itens a serem publicados, para darmos uma idéia do que pretendemos com esta série de artigos.

1ª parte - I) Análise de Fourier e espectro de frequências; **II)** Amplificadores lineares; **III)** Distorção harmônica total; **IV)** Distorção harmônica individual; **V)** Distorção por intermodulação; **VI)** Distorção por intermodulação entre dois tons; **VII)** Distorção de transição (*crossover*) e Distorção nos circuitos de proteção; **VIII)** Distorção por descasamento de impedância e distorção dos componentes passivos; **IX)** Outros tipos de distorção.

2ª parte - X) Os antecedentes; **XI)** Os amplificadores de alta realimentação; **XII)** As características dos amplificadores altamente realimentados; **XIII)** Os problemas da alta realimentação.

3ª parte - XIV) As tentativas de se melhorar a situação; **XV)** Os amplificadores de baixa realimentação; **XVI)** Técnicas de baixa realimentação; **XVII)** Classes de amplificação; **XVIII)** Fontes de alimentação para amplificadores de altíssima fidelidade; **XIX)** Conclusão.

I - Análise de Fourier e Espectro de Frequências

Começamos com análise de Fourier porque os conceitos envolvidos aqui serão usados posteriormente em diversos itens da série.

Demonstra-se matematicamente que qualquer forma de onda periódica pode ser decomposta como a soma de muitas senóides. Esta operação é o desenvolvimento de uma função em uma série de Fourier. Assim, uma função periódica qualquer, $F(t)$, ao ser desenvolvida em série de Fourier toma a seguinte forma:

$$F(t) = A_0 + a_1 \cos \omega_0 t + b_1 \sin \omega_0 t + a_2 \cos 2\omega_0 t + b_2 \sin 2\omega_0 t + \dots + a_n \cos n\omega_0 t + b_n \sin n\omega_0 t$$

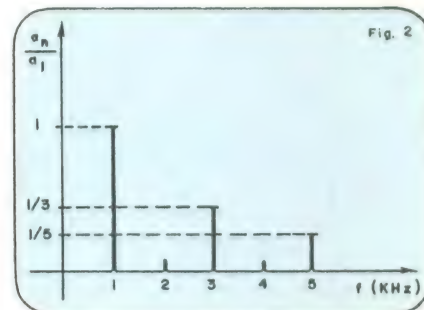
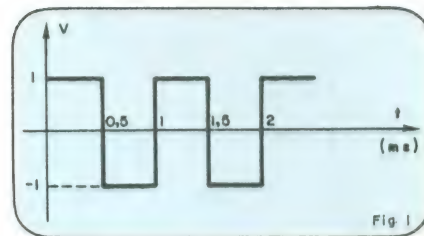
onde A_0 é a componente de corrente contínua da função (valor médio) e os coeficientes a_1, a_2, \dots, a_n e b_1, b_2, \dots, b_n são obtidos através de cálculo integral. Pelo menos para o entendimento deste artigo, não é necessário um conhecimento prévio de cálculo integral, nem do cálculo dos coeficientes. Conforme a estrutura da função original, $F(t)$, não existem as componentes senoidais ou, em outros casos, as cossenoidais; podem ocorrer apenas coeficientes de ordem par ou ímpar. Por exemplo: o desenvolvimento em série de Fourier da onda quadrada de amplitude igual a 1 V e frequência igual a 1 kHz (figura 1) é:

$$F(t) = \sin \omega_0 t + \frac{1}{3} \sin 3\omega_0 t + \frac{1}{5} \sin 5\omega_0 t + \dots$$

$$\text{onde } \omega = 2 \pi f = 2 \times 3,1416 \times 1000 = 6283,2$$

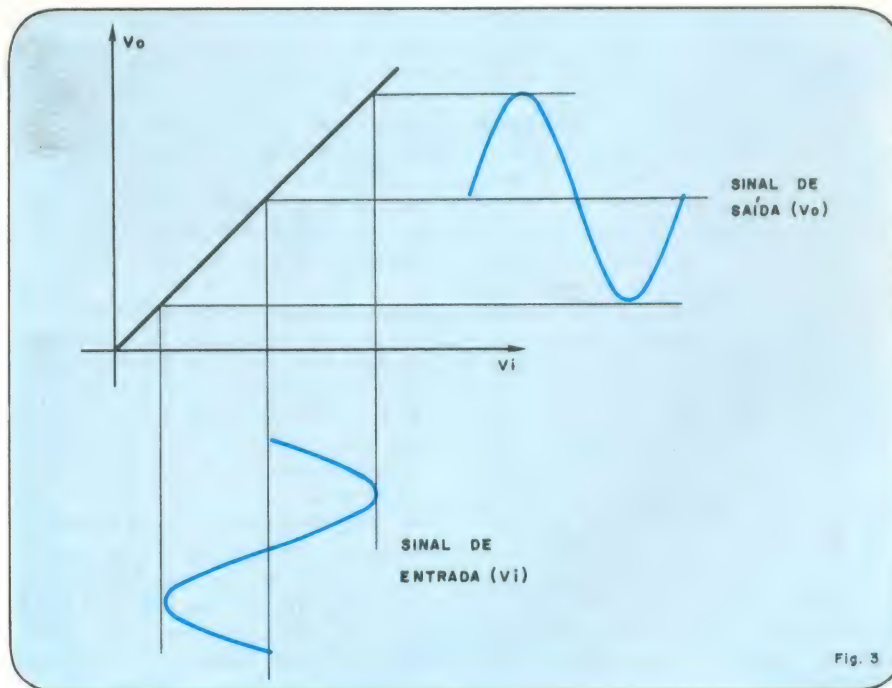
A representação de uma função através de sua série de Fourier torna-a matematicamente mais adequada, mas também dificulta a compreensão imediata da composição da onda analisada (quais frequências e quais amplitudes). Por isto, foi criada uma representação visual para a série de Fourier: o espectro de frequências. Na figura 2 temos o espectro das frequências que compõe a onda quadrada do exemplo anterior.

O espectro de frequências nos permite “ver” rapidamente a composição de uma onda no domínio da frequência. No eixo



vertical temos a amplitude em volts ou em dB, conforme o caso. As componentes são representadas por linhas verticais, que são chamadas *raias*, cujo comprimento corresponde à amplitude, em volts, ou nível relativo, em dB, da componente. À primeira raia damos o nome de “frequência fundamental” e às outras damos o nome de “harmônicas”. Por uma propriedade matemática da série de Fourier, as harmônicas são múltiplos inteiros da fundamental.

Existe um instrumento que nos dá diretamente o espectro de raios de qualquer sinal: o Analisador de espectro ou Analisador rápido de Fourier. Ao aplicarmos a este instrumento um sinal periódico qualquer, ele mostra em uma tela o espectro do sinal, com indicação do nível em dB.



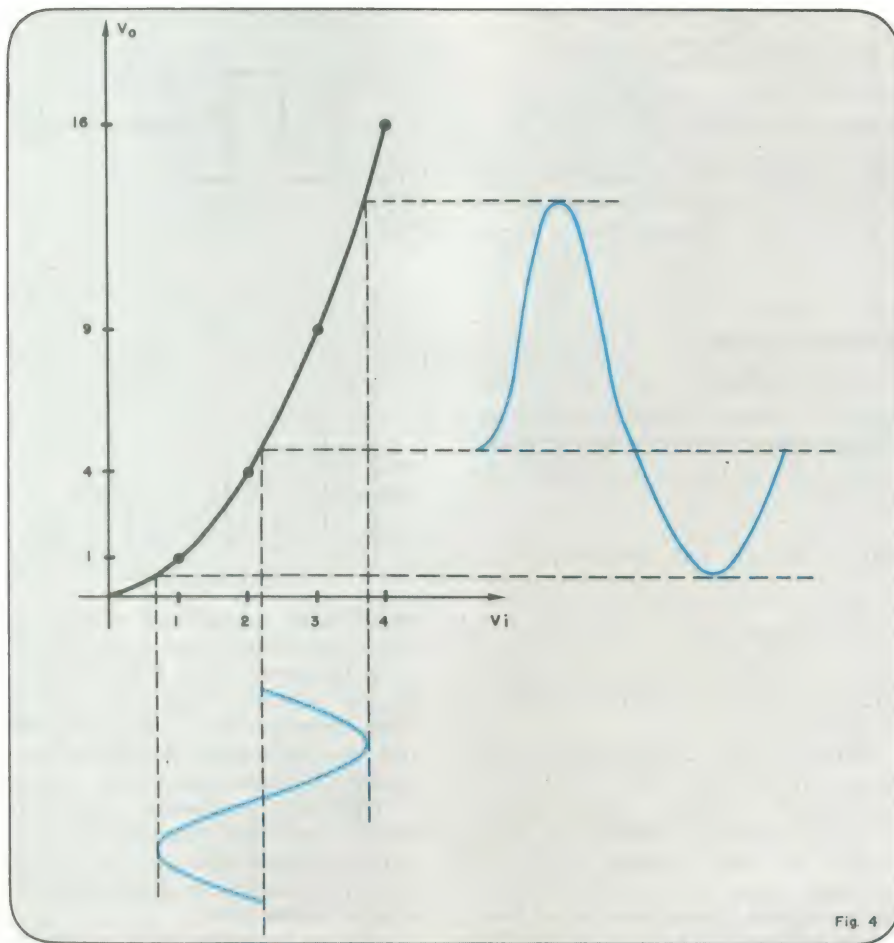


Fig. 4

Mas qual é a importância do espectro de frequências no estudo dos problemas de áudio? É simples, o analisador de espectro é um aparelho muito comum, e existem muitos deles no mundo. Cerca de 10 bilhões, dois para cada habitante do planeta. Mas onde estão eles? Nos habitantes é claro. São os nossos ouvidos.

Nossos aparelhos auditivos são verdadeiros analisadores de espectros. Não ouvimos a forma de onda do som que chega aos nossos ouvidos, mas suas componentes senoidais. Qualquer som é decomposto imediatamente em componentes senoidais assim que chega aos nossos "analisadores de espectro". O assunto já foi tratado em detalhes no artigo "A Fisiologia da Audição", publicado na NE nº 26. Quem quiser se aprofundar ainda mais, recomendamos o "Curso Esse de Alta Fidelidade" de autoria de Paulo e Hêlio Taques Bitencourt, obra já recomendada por Cláudio Cesar Dias Batista. Em tempo: esse livro não está esgotado, como muitos pensam. Há apenas um mês, vimos vários exemplares à venda na Litec.

O efeito de "análise de espectro" dos nossos ouvidos é muito importante no estudo dos efeitos audíveis da distorção, o que torna seu estudo fundamental para entendermos com profundidade o termo "distorção".

II - Amplificadores lineares

Para este trabalho, amplificadores lineares são aqueles que não introduzem nenhum tipo de distorção. Mas, o que é distorção?

Seria melhor perguntar antes o que se espera de um amplificador. Os desvios do comportamento esperado seria o que chamamos de distorção. Esperamos de um amplificador que, uma vez aplicado um sinal na entrada, V_i , tenhamos um sinal na saída, V_0 , cuja única diferença com o anterior seja apenas a amplitude. Para que isto aconteça o amplificador deve obedecer a seguinte equação:

$$V_0 = G V_i$$

onde G é o ganho do amplificador.

O sinal V_0 seria então uma amplificação perfeita do sinal V_i . Este comportamento ideal é representado por uma função de transferência que chamamos de linear, e cujo gráfico é uma reta (figura 3).

Infelizmente, tal sistema de amplificação só existe em nossa mente. No caso real, a função de transferência de um amplificador qualquer não é uma reta, ou uma equação do primeiro grau, mas um polinômio com parcelas de vários graus. A função de transferência é como um espelho que reflete o sinal de entrada. Se este espelho for plano a imagem refletida

será idêntica à original, mas se houver curvaturas na superfície do espelho, a imagem refletida aparecerá deformada. Na figura 4 mostramos uma característica não linear e seus efeitos.

A função apresentada é uma função do segundo grau (quadrática), representada pela equação:

$$V_0 = G V_i^2$$

É notável o fato da forma de onda de saída ser muito diferente da forma de onda da entrada.

O polinômio que representa a função de transferência de um amplificador de áudio real não é nem uma reta, nem uma função quadrática. É, como dissemos, um polinômio da forma:

$$V_0 = G_1 V_i + G_2 V_i^2 + G_3 V_i^3 + G_4 V_i^4 + \dots + G_n V_i^n$$

Para amplificadores de áudio, o projeto é feito de modo que o coeficiente G_1 seja muito maior que os outros, o que conduz a uma função de transferência que é **aproximadamente** uma reta. A parcela $G_1 V_i$ é o que esperamos de um amplificador; as outras são causadoras de diversos tipos de distorção. É sobre estes diversos tipos de distorções que falaremos agora.

III - Distorção Harmônica Total

Vimos que um sistema não linear modifica a forma de onda do sinal aplicado. Desta forma, se entrarmos com uma senoide perfeita, sem distorções, na saída teremos uma forma de onda não senoidal. A forma de onda da saída pode ser decomposta por análise de Fourier como sendo uma soma de uma frequência fundamental (a frequência do sinal de entrada), com suas harmônicas. O aparecimento dessas harmônicas constitui a chamada **distorção harmônica**.

Quando medimos como, sendo a soma da potência de todas as harmônicas introduzidas, dividida pela potência total do amplificador, o resultado da medida, expresso em porcentagem, é chamado de **Distorção Harmônica Total**. Por exemplo: se na saída do amplificador temos 100 W e 1 W de harmônicas, a distorção harmônica total será de 1%.

A distorção harmônica pode ser encarada de outra forma: podemos considerar que seja a adição ao espectro de frequências. Por esse ponto de vista, na entrada do dispositivo não linear temos um espectro de uma raia só (senoide perfeita), e na saída, um espectro constituído por muitas raia: a raia original (sinal introduzido) e outras que são produtos da distorção e que podem ser encontradas por decomposição da forma de onda da saída.

Se do espectro de saída removermos a raia correspondente à original, só sobra no espectro as componentes resultantes da distorção. Isto pode ser feito através de um filtro de rejeição (*notch filter*).

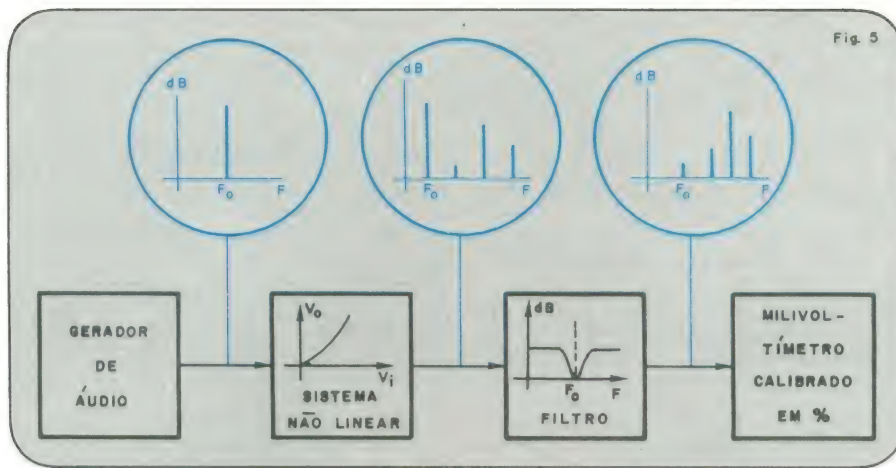


Fig. 5

Depois de filtrada a forma de onda, é só medir a potência das harmônicas e compará-la com a potência total, para obtermos a porcentagem de distorção harmônica total. Este é o método normalmente utilizado para a medida de distorção harmônica e o instrumento que realiza todo o processo, é chamado muito propriamente de "analisador de distorção harmônica". Um diagrama de blocos do processo está na figura 5, onde estão ilustrados os blocos que compõem o processo. Dentro dos círculos temos os espectros do sinal após cada bloco. Um gerador de áudio de baixíssima distorção produz uma senóide praticamente pura, que é aplicada ao sistema sob teste. Na saída do gerador, o espectro tem apenas a raia da frequência fundamental; após o sistema sob teste, o espectro já contém muitas raiais. Este sinal de muitas raiais é aplicado a um filtro de rejeição sintonizado na frequência fundamental e, após o filtro, o espectro só contém as componentes de distorção. Este sinal, por fim, é aplicado a um milivoltímetro calibrado em porcentagem de distorção harmônica total.

Este método é muito simples de ser realizado e, há alguns anos atrás, abundavam na literatura técnica esquemas de analisadores de distorção harmônica, que poderiam ser montados e calibrados pelos técnicos interessados. Durante muito tempo a distorção harmônica foi a principal indicação do nível de qualidade de um amplificador. Hoje em dia se dá mais importância à medida de outros tipos de distorção, porque este método tem muitas falhas. Veja, na figura 6, como é na realidade o espectro dos sinais envolvidos no processo de medição. Em A temos o espectro do sinal aplicado ao amplificador sob medição e em B, o sinal de saída do amplificador. Nota-se que no espectro deste sinal estão presentes a fundamental, as harmônicas e mais o ruído residual, que é composto de ruído branco e zumbidos de 60 Hz (indução) e 120 Hz (ondulação da fonte).

Em projetos bem feitos estes ruídos po-

dem ser pequenos, mas existem. Antigamente a existência do ruído não atrapalhava, porque a distorção produzida era relativamente grande, bem maior que o ruído. Hoje, distorção e ruído estão na mesma ordem de grandeza. Em C, temos o espectro do sinal que é enviado ao milivoltímetro, onde podemos ver que algo mais que as harmônicas estão presentes; portanto, a medida distorção por este método não é exata.

Outra falha deste método, é que, de nenhuma forma, a qualidade do som de um amplificador está relacionada à porcentagem de distorção harmônica. Um amplificador com uma distorção harmônica de 1% pode ter um som melhor que outro que tenha apenas 0,3%. Hoje em dia, a medida de distorção harmônica total pode, quando muito, servir de ponto de partida para outras medições. Por exemplo: se um amplificador apresentar uma distorção harmônica de 10%, não precisamos medir mais nada, já que o mesmo não atende às especificações para alta fidelidade. Se, por outro lado, a distorção for de apenas 0,05% então vale a pena medir outros parâmetros mais esclarecedores.

Por último, por incluir o ruído, a maneira correta de se especificar a distorção harmônica total medida pelo método descrito neste item é "Distorção Harmônica Total + Ruído" (em inglês, "Total Harmonic Distortion + Noise", abreviado por THD + N).

IV - Distorção Harmônica Individual

O som de um instrumento musical não é uma senóide pura, mas uma forma de onda que pode ser decomposta por Fourier em uma fundamental mais um certo número de harmônicas. É como se o som já sáisse "distorcido" do instrumento musical. A fundamental determina a nota que está sendo tocada e conteúdo harmônico determina o timbre do instrumento. Esta característica permite dife-

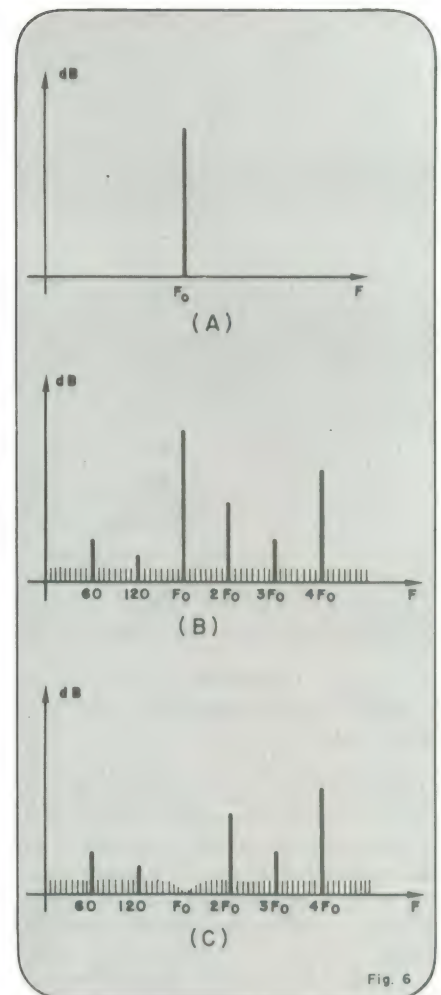


Fig. 6

renciar um instrumento de outro; por exemplo: a nota "dó" de um piano tem a mesma frequência da nota "dó" de um órgão, mas uma soa diferente da outra porque possuem diferentes conteúdos harmônicos. Também o conteúdo harmônico de um mesmo instrumento pode variar, dependendo da maneira como é tocado pelo instrumentista.

Fica claro, então, que a distorção harmônica por si só não incomoda; seu único efeito seria uma ligeira alteração do timbre dos instrumentos. O ouvido humano tolera níveis relativamente elevados de distorção harmônica. Um amplificador com uma THD + N de 1% pode ser considerado de alta fidelidade (na verda-

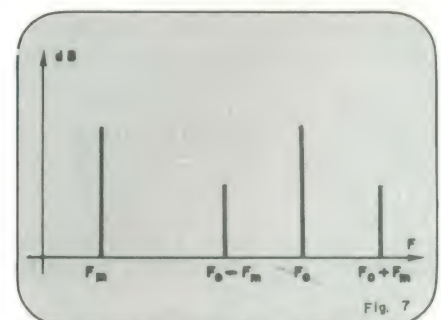


Fig. 7

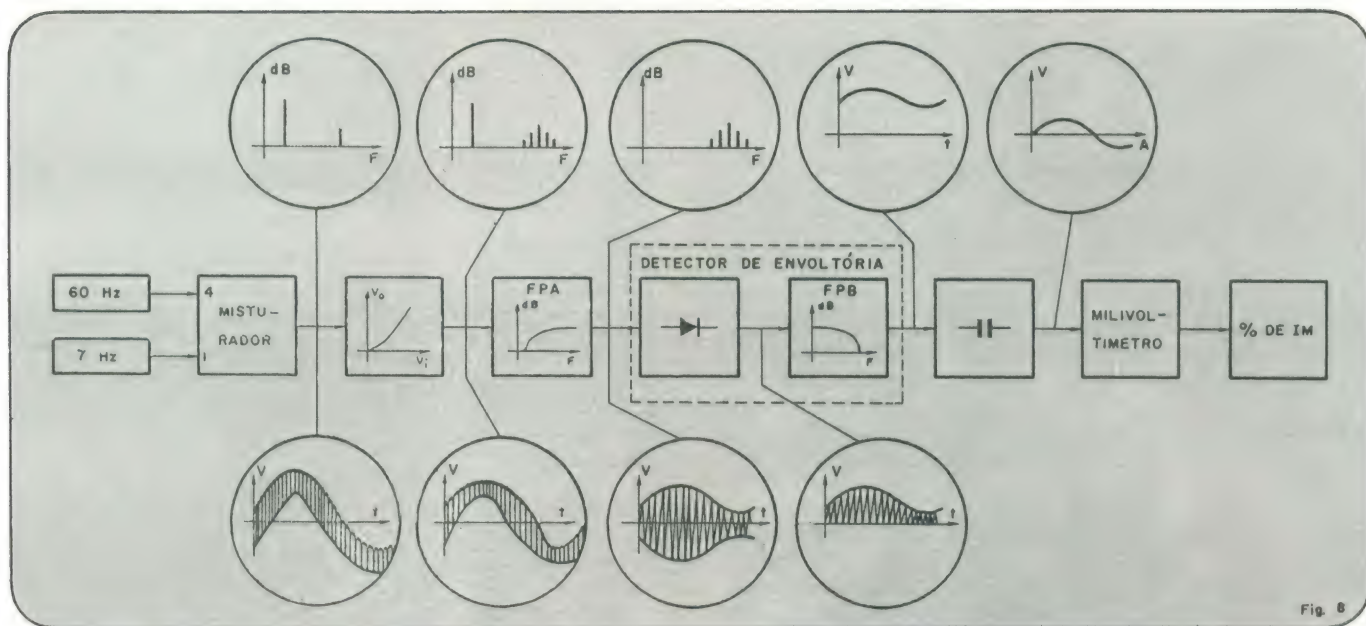


Fig. 8

de, a norma DIN 45500 considera de alta fidelidade amplificadores com até 1% de distorção).

O método THD + N tem falhas, e incluir o ruído é apenas uma delas. Ele nos fornece uma porcentagem, mas não sabemos exatamente de quê. Sabemos, quando muito, que uma parte é ruído e que outra são as harmônicas, mas não é possível saber quais as harmônicas estão presentes.

Esta é a falha maior deste método de medida. O efeito subjetivo da distorção harmônica depende da ordem das harmônicas geradas no processo. Por isso, um amplificador com 1% de THD + N pode ter um som melhor que outro que tenha apenas 0,5%, dependendo das harmônicas geradas.

O som original de um instrumento qualquer não contém muitas harmônicas de ordem elevada, sendo o conteúdo harmônico da maioria deles constituídos de harmônicas de 2ª e 3ª ordem. A 2ª harmônica de uma nota musical não é desagradável, porque é ela mesma, uma oitava acima. A 3ª harmônica é desagradável ao ouvido por não possuir relação musical com a nota original, mas ela está presente no som da maioria dos instrumentos, e podemos tolerá-la em níveis moderados, já que ela representa apenas uma ligeira mudança de timbre. A 4ª harmônica de uma nota é ela mesma, duas oitavas acima; não é desagradável ao ouvido, mas tende a tornar o som "brilhante" e, portanto, não natural. As harmônicas de ordem superior tornam o som duro e metálico, além de não estarem relacionadas musicalmente com a nota original, o que as torna desagradáveis e absolutamente indesejáveis numa reprodução de alta fidelidade.

Desta ligeira exposição dos efeitos das

várias harmônicas é muito fácil concluir que a simples especificação da THD + N não é suficiente para esclarecer qualquer coisa sobre o real nível de qualidade de um amplificador.

Para que a medida de distorção harmônica possa ser considerada um indicativo do nível de qualidade de um amplificador, é necessário especificar qual o nível de cada harmônica. Tal medida só pode ser feita com analisador de espectro, que mostra as harmônicas separadamente. Existe hoje, no Brasil, e todas as indústrias de áudio a possuem, instrumentação capaz de fornecer diretamente as curvas de distorção harmônica individual até a quinta ordem, em função da frequência.

Nota da Redação: - Para normas mais atualizadas, consultar, também, o artigo "A Nova Norma IHF para Amplificadores", publicado na NE n.º 42, agosto de 1980, pág. 39.

V - Distorção por Intermodulação

A distorção harmônica não é o único tipo de distorção presente em um amplificador de áudio. Quando um sinal que contém mais de uma frequência é aplicado a um sistema não linear, acontece um tipo de distorção bem mais objetável do que a distorção harmônica: a distorção por intermodulação.

A distorção por intermodulação é a modulação em amplitude (AM) do sinal de frequência mais alta pelo de frequência mais baixa. Este tipo de modulação ocorre quando dois sinais são aplicados a um sistema de característica quadrática:

$$V_0 = GV_i^2$$

Na figura 7 temos o espectro do sinal de saída de um amplificador com função de transferência puramente quadrática, onde foram aplicados um sinal de baixa

frequência (F_m) junto com um de alta frequência (F_0). As raízes ($F_0 - F_m$) e ($F_0 + F_m$) são produtos de modulação também chamados de faixas laterais; a demonstração matemática do processo pode ser encontrada em livros de telecomunicações. Este processo é usado na prática pelas estações de AM para gerar os sinais a serem transmitidos. Parcelas de ordem mais elevadas da equação da função de transferência ($V_1^3, V_1^4, \dots, V_1^n$) produzem outros produtos de modulação que não são exatamente modulação em amplitude, mas que nem por isso deixam de aparecer no espectro de sinais da saída.

A relação entre o nível do sinal de saída e a soma de todos os produtos de modulação nos dá um número que, expresso em porcentagem, é chamado de **Distorção por Intermodulação**. Para se medir a distorção por intermodulação (IM), é utilizado o sistema esquematizado no diagrama da figura 8.

Aplicamos ao sistema a ser analisado um sinal composto por um tom de 60 Hz e outro de 7 kHz, misturados na proporção 4 para 1. Na saída do sistema temos os sinais aplicados, mais os produtos de modulação. O filtro passa-altas elimina a componente de baixa frequência e, em seguida, o sinal é retificado e passa por um filtro passa-baixas. Este último item do processo é análogo ao detector de envoltória utilizado em um receptor de AM; na saída do filtro passa-baixas temos uma tensão contínua com uma componente alternada sobreposta. Com um capacitor, separamos a componente alternada e a medimos, com um milivoltímetro calibrado em porcentagem de distorção por intermodulação (IM).

A presença da distorção por intermodulação incomoda bem mais que a harmônica e causa um cansaço auditivo, de-

pois de algum tempo de audição. Embora fisicamente a IM seja uma modulação em amplitude, nosso ouvido não é muito sensível a variações pequenas de amplitude e não é nesse campo que o incômodo ocorre. Devido ao efeito de análise de espectro nós ouvimos a IM como tons adicionais ao sinal original, ou seja, ouvimos as faixas laterais junto com o tom original da frequência mais alta.

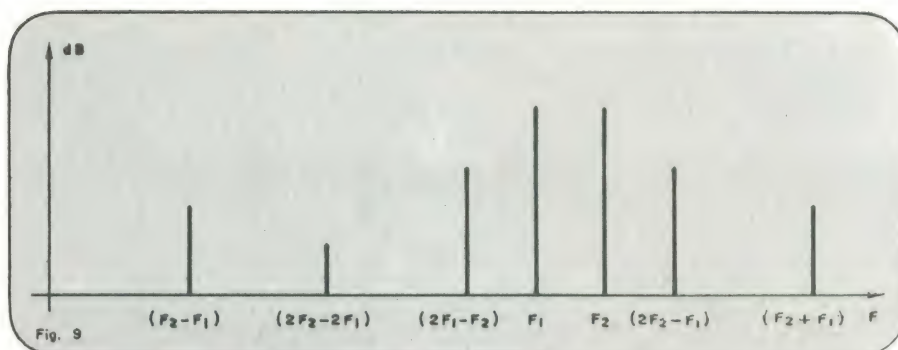
Aqui está o problema: as frequências das faixas laterais não estão relacionadas de maneira nenhuma com qualquer uma das frequências aplicadas originalmente e seus efeitos auditivos são muito desagradáveis, mesmo para pequenos valores de IM.

A medida de IM esclarece mais que a THD + N sobre a qualidade do amplificador, mas ainda tem falhas. Até recentemente, a acusação mais séria feita aos medidores de distorção por intermodulação era de que a medida era feita numa frequência fixa (7 kHz); essa falha foi sanada com instrumentos capazes de fornecer curvas em função da frequência para cada componente de IM até a 5ª ordem. A falha maior, porém, é que a IM só leva em conta as componentes em torno da frequência mais alta em relação a uma frequência bem mais baixa, e não os efeitos da intermodulação entre duas frequências próximas, que os estudos na área da percepção auditiva — que levavam em conta os aspectos subjetivos — demonstraram ser muito mais objetáveis que a própria IM. É o que veremos a seguir.

VI - Distorção por Intermodulação entre Dois Tons

Quando se aplicam dois sinais de frequências próximas a um amplificador não linear, os produtos e intermodulação se espalham por toda a faixa audível. Na figura 9, mostramos o espectro do sinal de saída quando dois sinais de frequências próximas são aplicados a um sistema não linear; podemos notar que a intermodulação produz componentes de frequência ao longo de todo espectro, atingindo pontos bem distantes das duas aplicadas, sendo a de maior importância a componente $F_2 - F_1$. Esta distorção, chamada de **Distorção por Intermodulação entre Dois Tons**, ou de **Distorção por Diferença entre Frequências**, é bem desagradável à audição. Se, por exemplo, aplicarmos dois sinais a um amplificador que tenha uma quantidade razoável desta distorção, um de 19 kHz e outro de 20 kHz, não ouviremos nenhum dos dois, já que estão fora da faixa audível, mas sim um sinal de 1 kHz, produto da intermodulação entre os dois sinais.

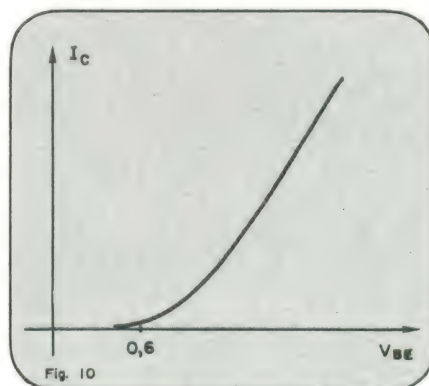
Considerando que a nossa faixa de audição vai até 16 kHz, não teria sentido falar de distorção harmônica para frequên-



cias superiores a 8 kHz, porque a distorção de 2ª harmônica já cai fora da faixa audível. Assim, não se toma muito cuidado com a distorção em altas frequências (que podem ser bastante elevadas em amplificadores com alta taxa de realimentação negativa). Mas uma maior taxa de distorção harmônica significa também uma maior taxa de IM, já que ambas são causadas pela não linearidade do sistema considerado, e um sinal rico em altas frequências se tornará rico também em ruídos e sinais espúrios nas frequências médias e baixas, tornando a reprodução “enevoada”, desagradável, sem clareza, etc.

Embora sejam disponíveis no Brasil instrumentos que fornecem diretamente a característica de distorção por intermodulação de dois tons em função da frequência, essas características nunca são publicadas, porque, para um amplificador comum, elas são muito pobres e poria os compradores para correr. Deste modo, é publicada apenas a THD + N, que não esclarece nada e com seus zeros após a vírgula atrai os compradores (que talvez se ponham a correr depois de ouvirem o som do amplificador).

Encerramos aqui o que tínhamos para dizer a respeito de distorções mensuráveis e com métodos padronizados para medida. Para finalizar, gostaríamos de dizer que quem quiser publicar especificações honestas e esclarecedoras tem meios apropriados a seu dispor, e que a desculpa velha e batida da falta de instrumentação não se aplica mais. Todos os instrumentos a que nos referimos nos itens anteriores



podem ser conseguidos com a *Bruel & Kjaer do Brasil*, rua Alexandre Dumas, 853 - Caixa Postal 2414 - São Paulo - SP.

VII - Distorção por Crossover e Distorção nos Circuitos de proteção

Estes são dois tipos de distorção a que se dá muita pouca importância, apesar de constituírem problema de relativa gravidade. A distorção por *crossover* pode cortar por alguns microssegundos a realimentação, aumentando instantaneamente o ganho do amplificador para um valor muito alto, ocasionando a saturação parcial dos estágios intermediários e provocando distorção TIM. Já os circuitos de proteção podem cortar a corrente de saída do amplificador, causando “estouros” e distorção considerável, por ceifamento da forma de onda da saída.

Distorção de transição (crossover) - Um transistor só começa a conduzir quando sua tensão V_{BE} atinge aproximadamente 0,7 V; e se for um par *Darlington*, é necessário atingir-se aproximadamente 1,4 V. Na figura 10 temos a curva $V_{BE} \times I_C$ para um transistor típico, que é muito parecida com a curva $V \times I$ de um diodo.

Se alimentarmos um par complementar com um sinal alternado puro (fig. 11) o sinal de saída, ao passar por zero, dá um “salto” de cerca de 1,4 V. Para sinais muito grandes, este “salto” acontece rapidamente e não há muita distorção, mas para pequenos sinais a distorção é considerável.

Para minorar este inconveniente, nos amplificadores de alta fidelidade passou-se a usar uma polarização de repouso de cerca de 1,4 V, fazendo com que, em ausência de sinal de entrada, o transistor conduza uma pequena corrente (no caso anterior, os transistores estavam completamente cortados). Esta polarização faz com que a função de transferência se torne quase reta. Ainda há uma certa curvatura porque no começo da condução as características dos transistores ainda não são completamente lineares (aliás, para grandes sinais um transistor jamais será linear). Esta pequena curvatura produz ainda uma certa distorção, que é corrigida por realimentação.

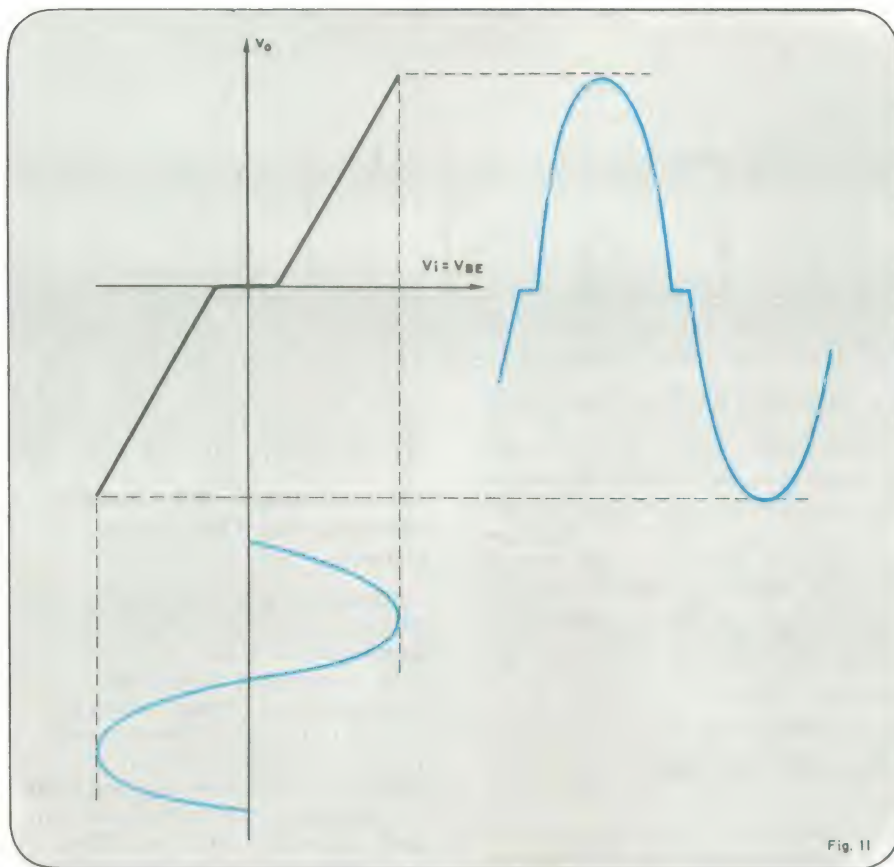


Fig. 11

Pelo menos é o que se pensava. Na figura 12, temos a característica $V_{BE} \times I_C$ de um transistor real. O transistor começa a conduzir por volta de 0,6 volts de V_{BE} , mas a partir daí, uma pequena variação na tensão V_{BE} produz uma grande variação na corrente de coletor. A tensão V_{BE} que aplicamos para polarizar o transistor pode ser fixa, mas um transistor de potência geralmente se aquece e, com a temperatura, a curva $V_{BE} \times I_C$ se desloca para a esquerda e a polarização, que antes provocava uma pequena corrente de repouso (I), agora provoca uma grande corrente de repouso (I'), que levará o transistor para a destruição. Deste modo, é necessário que a polarização de repouso varie com a temperatura.

São usados para este fim dispositivos como transistores, diodos e NTCs, no circuito de polarização de repouso. Todos eles têm o mesmo inconveniente: a função Temperatura \times Tensão é diferente da função Temperatura $\times V_{BE}$ para a corrente de repouso desejada. Por motivo de segurança, a polarização de repouso é feita de modo a decrescer um pouco mais que o necessário, para manter constante a corrente de repouso ao longo da faixa de temperaturas em que o transistor trabalha. Se, em temperatura ambiente, a corrente de repouso for ajustada para o valor ótimo, ao subir a temperatura esta corrente irá diminuindo, piorando progressivamente a distorção. A situação po-

de melhorar, variando-se o acoplamento térmico entre transistores de saída e o dispositivo de controle. Se o acoplamento for ótimo, a corrente de repouso vai oscilar em torno desse valor. Na figura 13 ilustramos os dois casos: em linha cheia temos o acoplamento térmico excessivo e, em linha pontilhada, o acoplamento ótimo. Para contornar definitivamente este problema, usa-se amplificadores classe A, que são amplificadores classe AB com uma corrente de repouso exageradamente alta. Nós, pessoalmente, achamos desperdício usar-se a polarização classe A apenas para diminuir a distorção de transição. É suficiente uma polarização apenas razoável para resolver o problema (em torno de 100 a 150 mA). Porém, amplificadores classe A tem outras vantagens, das quais falaremos mais adiante, quando voltarmos a falar de classes de amplificação.

Para finalizar, vamos descrever os efeitos auditivos da distorção de transição. Em baixo nível, os efeitos são evidentes, pois o sinal sofre severa distorção. Em altos níveis, embora pequena, a distorção é significativa, pois gera harmônicas de ordem bastante elevada, que contribuem para deixar o som metálico e causar um cansaço auditivo após algum tempo de audição. Devido ao uso de realimentação negativa em valores excessivos para "corrigir tudo", é comum encontrarmos amplificadores com corrente de repouso

muito baixa, ou mesmo nula, a fim de eliminar problemas de estabilidade térmica. Mas este procedimento gera problemas de instabilidade elétrica, produzindo toda sorte de distorções cujos valores não podem sequer ser medidos, por falta de padronização.

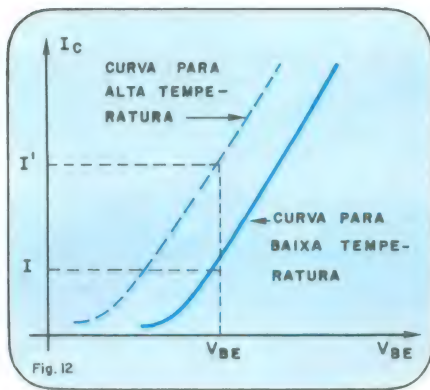
Distorção dos circuitos de proteção - Os amplificadores de áudio são dispositivos que tem baixa impedância de saída. Se forem carregados por uma impedância também baixa, sua tendência é fornecer toda a corrente solicitada, que pode ser excessivamente alta e destruir os transistores de saída. Isto pode ocorrer, por exemplo, se forem ligadas muitas caixas ao amplificador, ou quando ocorre um curto-circuito acidental nos fios que ligam as caixas ao amplificador.

Para evitar que o amplificador se danifique, existem circuitos de proteção que limitam a corrente máxima que o circuito pode fornecer. Esta proteção tem de ser eletrônica e atuar cortando a corrente dos transistores de saída, quando a corrente solicitada pela carga ultrapassar um valor pré-ajustado, já que a proteção por fusíveis não é rápida o suficiente para evitar a destruição dos transistores.

A título de ilustração, damos na figura 14 dois circuitos de proteção contra curto-circuitos na saída. O circuito A é um limitador de corrente. Quando a corrente de Q_1 ultrapassa o valor ajustado, a tensão sobre o resistor R_1 se torna maior que 0,6 V e a junção base-emissor de Q_2 começa a conduzir; isto provoca uma circulação de corrente pelo coletor de Q_2 , que vai desviar a corrente de base Q_1 , diminuindo a corrente de coletor deste último. Assim fica garantindo que jamais passará por Q_1 uma corrente maior que $0,6/R_1$. É só fazer com que esta corrente máxima seja menor que aquela que o transistor pode suportar, para o amplificador estar protegido.

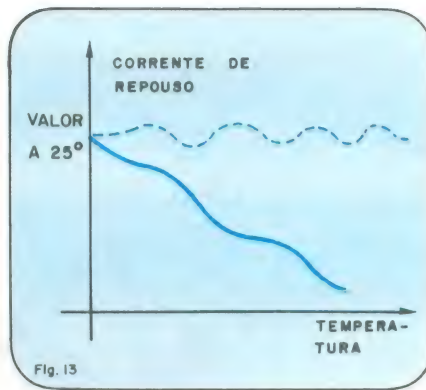
O circuito B é semelhante ao A, onde o transistor Q_2 foi substituído pelo tiristor. A proteção é mais efetiva, porque a condução do transistor é cortada pelo resto do semiciclo do sinal. Ao lado de cada circuito, há forma de onda de saída, quando o circuito está operando. Vemos que no caso B há o corte total do transistor e o aquecimento será menor; também será mais efetiva a proteção, porque o transistor não fica trabalhando com a corrente máxima. O circuito A somente protege contra sobrecargas temporárias, enquanto o circuito B protege contra qualquer tipo de sobrecarga, tornando o amplificador praticamente indestrutível. Uma solução para o caso A é associá-lo a um fusível. O circuito protege o transistor durante o tempo necessário para o fusível romper.

Só que a prática mostra (e a matemática explica) que simplesmente dimensionar o circuito de proteção para a corrente má-



xima que deve ser fornecida não resolve. Ao conectarmos o amplificador à caixa acústica, haverá atuações indevidas do circuito de proteção, produzindo “estouros” semelhantes àqueles que se verificam em alto-falantes danificados. Isto porque, em se tratando de cargas fortemente reativas, a corrente instantânea pode ser várias vezes maior que a máxima, mesmo em condições normais de funcionamento. Nós tivemos este problema com um amplificador cuja corrente máxima seria por volta de 5 A e o circuito só deixou de atuar indevidamente quando ajustamos o circuito de proteção para 12 A. Ainda assim, de vez em quando, dependendo da caixa acústica, o amplificador ainda dá uns “estouros”. Temos dois pares de caixas, um com seções de 12 e 18 dB/oitava nos filtros, e outro com seções de 6 dB/oitava. O primeiro par nos dá muitas dores de cabeça por ter mais reatâncias em seu interior; já outro nunca chegou a acionar o circuito de proteção.

Existe atualmente uma tendência mundial no sentido de não se usar circuitos de proteção eletrônicos nos amplificadores de áudio de alta fidelidade, porque, mesmo quando não é acionado indevidamente, estes circuitos são acusados de interferir no funcionamento do amplificador, pois há momentos em que eles não chegam a ser acionados completamente, mas ficam meio acionados, desviando parte do sinal que se destina à base dos transistores de saída e, conseqüentemente, produzindo distorção. Também, pelos motivos já expostos, eles costumam ceifar os transientes. A situação pode melhorar se



for utilizado um circuito de proteção de retardo, o que só poderia ser conseguido utilizando redes RC para alimentar o transistor de proteção. Contudo, frisamos que os maiores especialistas do mundo são atualmente contrários ao uso deles, preferindo transistores mais robustos, que podem suportar a sobrecarga por algum tempo e complementar a proteção com um fusível. Os autores endossam esta opinião, porque seus próprios circuitos de proteção tem sido demasiado “zelosos” ao proteger os transistores de saída.

VIII - Distorção por Descasamentos de Impedância e Distorção por Componentes Passivos

A distorção por descasamento de impedâncias é um tipo de distorção que está ganhando atualmente um lugar cada vez mais importante nas discussões em busca do som perfeito. É o que se pode chamar de “o último grito da moda” em matéria de distorção. A coisa toda consiste em considerar os fios e cabos que conduzem o sinal como linhas de transmissão e aplicar o tratamento matemático apropriado e descobrir que nos cabos há desvios de fase, reflexões (ondas estacionárias), capacitâncias e indutâncias parasitas, etc.

É claro que as impedâncias de tais “linhas” e dos equipamentos “transmissores” e “receptores” jamais irão “casar” umas com as outras e distorções no sinal serão inevitáveis. E parece que já há bastante gente levando a sério estas distorções. No exterior já existem amplificadores que tomam a realimentação nos termi-

nais da caixa acústica (Sistema *Sigma Drive*, da Kenwood); já existem caixas especiais para trabalhar neste sistema (sistemas de servo-controle); e, como não poderia deixar de ser, já apareceram “condutores especiais” de “baixa distorção”, que vão desde cabinhos banhados a ouro (e mais caros que ouro), para unir os terminais da cápsula aos do cabeçote do braço do toca-discos, até cabos especiais para caixas acústicas, custando mais de 100 dólares o par.

A distorção dos componentes passivos seria aquela que o sinal sofreria ao passar por resistores e capacitores. Resistores não distorcem apenas adicionam ruídos térmicos. Isto é importante em amplificadores de baixo nível de sinal, mas não em amplificadores de potência.

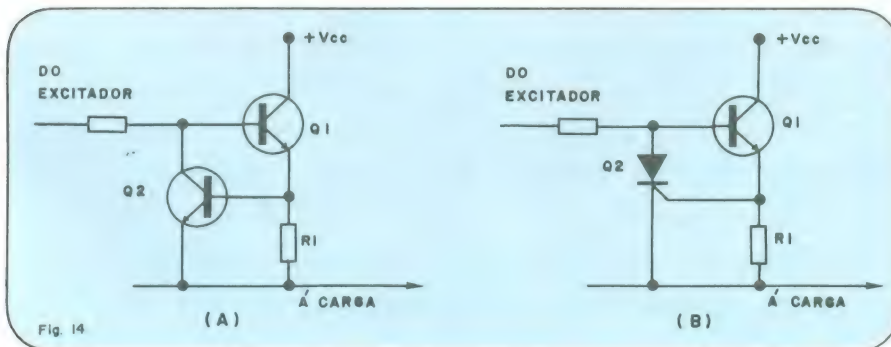
Ainda no caso de um pré-amplificador, um capacitor de má qualidade pode aumentar consideravelmente o nível de distorção. Recentemente, tivemos conhecimento de uma experiência onde o nível de distorção de um pré-amplificador caiu com a simples troca de um capacitor de cerâmica por um de poliéster.

Pessoalmente, achamos que nos alto-falantes e nas cápsulas fonocaptoras há distorção bastante para preocupar os projetistas por muitos anos ainda, antes de pensarem em eliminar a distorção dos cabos e capacitores.

IX - Outros Tipos de Distorção

Além dos tipos de distorção que apresentamos nos itens anteriores, os amplificadores de áudio apresentam outros tipos. São elas: distorção por intermodulação de transientes (TIM), distorção de frequência, distorção de fase e distorção por interferência entre canais (*Dynamic Crossstalk*).

A distorção por intermodulação será tratada promenorizadamente num dos próximos artigos desta mesma série, quando falarmos de amplificadores altamente realimentados. A distorção de frequência nada mais é do que o acréscimo da resposta do amplificador nos extremos de sua faixa de passagem. Nos amplificadores atuais, que cobrem mais que a faixa audível, esta distorção tem importância secundária. A distorção de fase é constituída de desvios de fase ao longo da faixa de passagem, sendo mais problemática em caixas acústicas, devido ao posicionamento errado dos alto-falantes e devido à existência de muitos elementos reativos. Em amplificadores de áudio tem importância secundária, embora possa ser uma das causas da distorção TIM, como veremos em breve. A distorção por interferência terá que esperar mais, pois será um dos últimos itens da série.

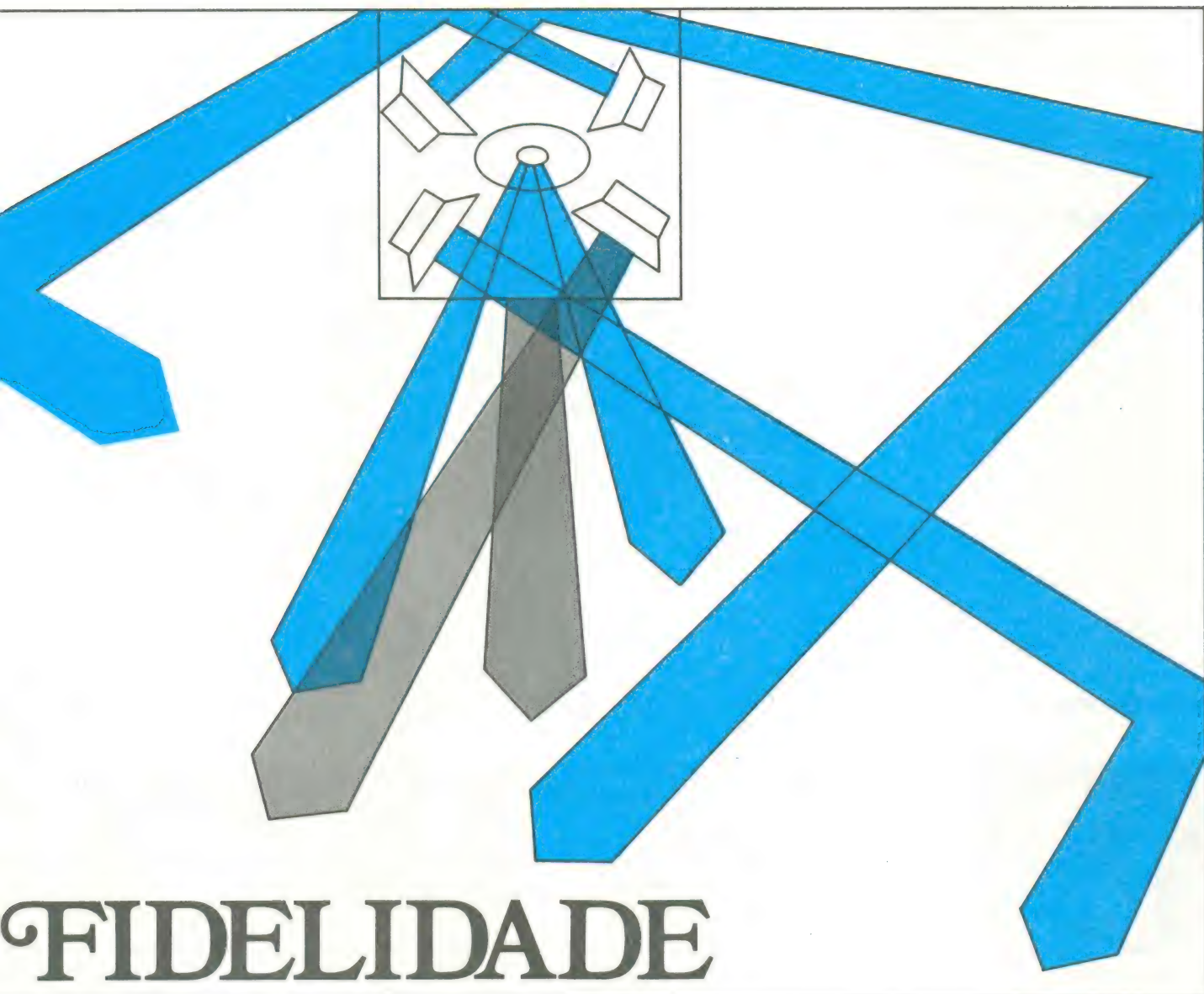


(continua no próximo número)



GUIA DE ALT

Há exatamente três anos, em nosso n.º 22, publicávamos o primeiro Guia de Áudio, uma iniciativa inédita no Brasil até então. Foi também um empreendimento bastante exaustivo, pois tivemos que entrar em contato com as principais empresas da área e montar sozinhos uma relação que mostrasse o perfil do mercado de áudio da forma mais fiel possível. Mas fomos bem sucedidos, afinal, apesar das falhas inerentes a uma primeira tentativa, pois o Guia encontrou boa receptividade entre os leitores. Voltamos agora à carga, já que nesse meio tempo os equipamentos de som brasileiros multiplicaram-se e ganharam maior sofisticação. O Guia reaparece agora aperfeiçoado, com tabelas divididas de



FIDELIDADE

acordo com o tipo de aparelho, e abordando somente equipamentos de alta fidelidade. Conseguimos, assim, montar um perfil mais seletivo e apurado de nosso mercado, apresentando desde fonocaptadores até caixas acústicas, passando por equalizadores e câmaras de eco. Toda a cadeia de áudio, enfim, está aqui retratada, em termos de equipamentos comerciais.

São dezenas de aparelhos, pertencentes a cerca de uma dezena de marcas, e que formam a classe de sistemas mais avançados que se pode encontrar no Brasil. Esperamos que todos tirem bom proveito desta segunda edição do guia de áudio, rebatizado como Guia da Alta Fidelidade

PRÉ-AMPLIFICADORES

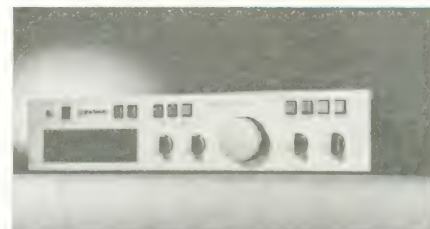
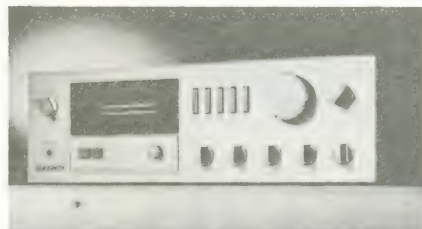
marca	modelo	sensib. mV)/ imped. (k Ω)	dist. harm. (%)	dist. p/ intermod. (%)	resp. em freq. (Hz/kHz)	relação S/R(dB)	notas
Micrologic	MX-1	linha: 220/15 fona: 3,4/47 fita: 220 mic.: 2,3/10	0,05	0,1	20/20($\pm 0,5$ dB)	90	mixer de 3 canais incorporado; pré-equalizador dos microfones
Cygnus	CP800	fona: 2,2/47 sintoniz.,aux. e fita: 150/47	< 0,05	< 0,05	0,5/50 (-3 dB)	> 98	controle loudness; filtro sub-sônico

AMPLIFICADORES DE POTÊNCIA



marca	modelo	Wrms (por canal)	sensib. (mV)/ imped. (k Ω)	dist. harm. (%)	dist. p/ intermod. (%)	resp. em freq. (Hz/kHz)	relação S/R(dB)	notas
Cygnus	MA800	220(4 Ω) 150(8 Ω)	1,5/47	0,05	0,05	0,5/50 (-3 dB) 20/20(potência)	98	compatível c/ CP800; controlado a μ processador
Giannini	A-400	200(IHF)	250/50	0,01	0,01	10/25(-1 dB)	110	acoplamento direto
Giannini	A-600	300(IHF)	250/50	0,01	0,01	10/25(-1 dB)	110	acoplamento direto; VU duplo c/ LEDs

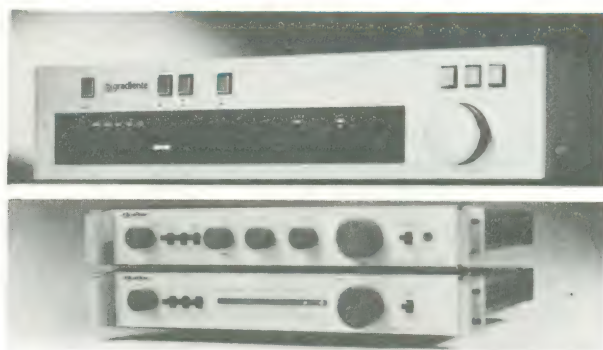
AMPLIFICADORES INTEGRADOS (pré + pot.)



marca	modelo	sensib. (mV)/ imped. (k Ω)	dist. harm. (%)	disp. p/ intermod. (%)	Wrms (por canal)	resp. em freq.(Hz/kHz)	relação S/R(dB)	notas
Gradiente	76	fona: 2,5/47 mon./sint.: 200/50	0,06	0,06	60(4 Ω) 40(8 Ω)		90	tipo <i>slim line</i> (baixo perfil)
Gradiente	86	idem	idem	idem	idem		idem	tipo <i>slim line</i> ; indicador du- plo de potência
Gradiente	126	idem	idem	idem	90(4 Ω) 60(8 Ω)		idem	tipo <i>slim line</i> ; indicador du- plo de potência; filtro agudos
Gradiente	166	idem	idem	idem	120(4 Ω) 84(8 Ω)		idem	tipo <i>slim line</i> ; amplific. su- per-A; indic. pot. c/LEDs; muting; filtro agudos
Gradiente	246	idem	0,03	0,03	200(4 Ω) 120(8 Ω)		97	amplif. super-A; indic. pot. fluorescente; filtro graves/ agudos; <i>muting</i>
Gradiente	366	idem	idem	idem	260(4 Ω) 170(8 Ω)		idem	amplif. super-A; indic. pot. fluorescente; filtro graves/ agudos; <i>muting</i> ; term. microf
Quasar	QA2200	fona: 2mV mic.: 1,1mV sint./fita: 150mV			30	20/20(-3 dB)	78	filtro sub-sônico; loudness tipo perfil baixo
Quasar	QA3300		0,05		70	12/25($\pm 0,8$ dB)	78	expansor espacial; VU c/ LEDs; estágios modulares de potência.

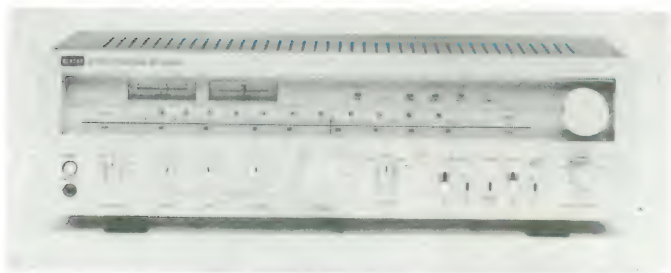
marca	modelo	sensib (mV)/ imped. (k Ω)	dist. harm. (%)	dist. p/ intermod. (%)	Wrms (p/ canal)	resp. em freq. (Hz/kHz)	relação S/R (dB)	notas
Micrologic	MA-X4	linha: 190/50 fona: 3,5/47 fita: 190/50 mic: 3,5/2	0,05	0,1	120(4 Ω) 75(8 Ω)	20/20($\pm 1,5$ dB)	85	filtro sub-sônico; loudness; mixer 2 canais incorporado
CCE	SA-2020	fona, aux, fita: 2,5/47 mic: 0,3/10 sint.: 150/47	0,04	0,09	35 (4 Ω) 20 (8 Ω)	10/40 (± 3 dB)	75	
CCE	SA-4040	idem	0,035	0,4	70 (4 Ω) 40 (8 Ω)	idem	idem	
CCE	SA-6060 SA-7000	idem	0,1	0,4	98 (4 Ω) 60 (8 Ω)	10/30 (± 3 dB)	70	VUs c/ LEDs no SA-7000.
CCE	SA-800	idem	0,05	0,006	83 (4 Ω) 70 (8 Ω)	2/300 (± 3 dB)	86	resp. rápida; VUs analógicos

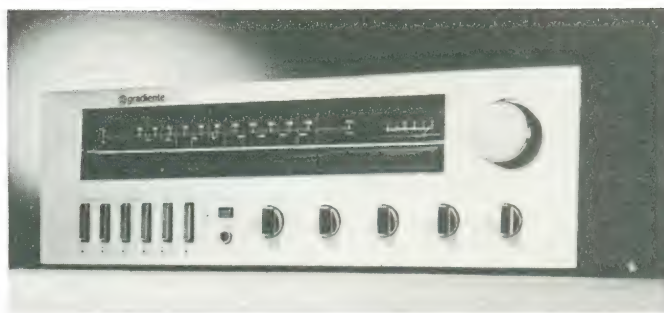
SINTONIZADORES



marca	modelo	sensibilidade (μ V/est.)	sep. em estéreo (dB)	rel. S/R (dB)	rej. FI (dB)	rej. AM (dB)	notas
Gradiente	7	3 (FM) 200 (AM)	40 (a 1 kHz)	60	50	50	tipo <i>slim line</i> (baixo perfil) <i>Muting</i> em FM
Gradiente	9	3 (FM) 200 (AM)	40 (a 1 kHz)	60	50	50	tipo <i>slim line</i> ; AFC
Quasar	QT2200	2,7 (FM)	45 (a 1 kHz)		70	70	tipo perfil baixo; AFC; <i>muting</i> em FM
Quasar	QT3300	2,7 (FM)	45 (a 1 kHz)		80	80	sintonia separada AM/FM; AFC; <i>muting</i> ; <i>squelch</i> FM
CCE	ST-4040	1,2 (FM) 25 (AM)	40		60	88	equaliz. Dolby; <i>muting</i>
CCE	ST-6060	idem	idem		idem	idem	equaliz. Dolby; pré-amplif; filtro altas freq.; <i>muting</i>
CCE	ST-7000	idem	idem		idem	idem	equaliz. Dolby; filtro agudos; pré-amplif.; nível saída c/ LEDs

RECEPTORES (sintoniz. + amplif.)





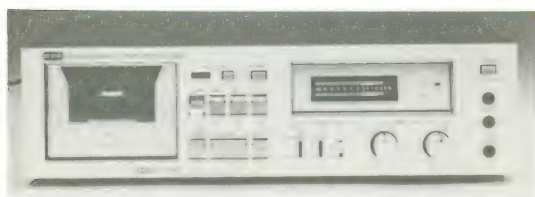
marca	modelo	sensib. (μ V)	sep. em est. (dB)	rel. S/R (dB)	Vrms (p/ canal)	resp. em freq. (Hz/kHz)	distorção %	notas
Gradiente	1060	3 (FM) 200 (AM)	35	60 (FM) 80 (pré)	36 (4 Ω) 30 (8 Ω)	20/20 (\pm 2 dB)	0,2 (harm.) 0,1 (IM)	<i>loudness;; muting</i>
Gradiente	1260	idem	40	idem	64 (4 Ω) 50 (8 Ω)	20/20	0,1 (harm.) (0,1 (IM)	<i>loudness; muting filtro agudos</i>
Gradiente	1360	idem	idem	idem	84 (4 Ω) 70 (8 Ω)	idem	idem	<i>loudness; muting</i>
Akai	AA-1150	1,7 (FM) 180 (AM)	42	45 (FM) 80 (pré)	60 (4 Ω) 50 (8 Ω)	30/15 (\pm 1 dB)		<i>loudness; muting indic. duplo sint.</i>
Technics	SA-T150	1,8 (FM) 200 (AM)	40	90 (pré)	42 (8 Ω)	10/40 (\pm 3 dB)	0,04 (harm.)	<i>sint. p/ LEDs; loudness; muting</i>
Technics	SA-T550	idem	45	90 (pré)	84 (8 Ω)	10/40 (+ 0,5/ -3 dB)	0,05 (harm.)	<i>filtros graves/ agudos; VU c/ LEDs; loudness; muting;</i>
Telefunken	HR-240	15 (FM) 20 (AM)			80 (4 Ω) 52 (8 Ω)			<i>loudness; muting AFC; filtros gr./ ag.; dubbing</i>
Telefunken	HR-226	idem	30	36 (4 Ω) 24 (8 Ω)		20/20 (\pm 3 dB)	0,6 (harm.)	<i>loudness; muting; turnover; AFC</i>
Unimack	UR390XL	2 (FM) 25 (AM)	40	70 (pré)	36 (8 Ω)	14/55 (\pm 3 dB)	(0,4 harm.) 0,5 (IM)	<i>loudness; muting</i>
Unimack	UR 7500	idem	idem	idem	64 (8 Ω)	idem	0,2 (harm.) 0,3 (IM)	<i>loudness; muting</i>
Sony	STR-434BS	1,8 (FM)			60 (4 Ω) 46 (8 Ω)			<i>indicação anal. e digital; muting em FM e AM; sel. autom. em FM e AM; VUs c/ LEDs.</i>
CCE	SR-2000	40 dBf (FM) 25 dBf (AM)	40	65 (FM)	28 (4 Ω) 20 (8 Ω)	10/20 (\pm 3 dB)	0,04 (harm) 0,07 (IM)	
CCE	SR-4000	idem	idem	idem	52 (4 Ω) 45 (8 Ω)	idem	0,06 (harm) 0,36 (IM)	
CCE	SR-5050	idem	idem	idem	50 (8 Ω)	7/35 (\pm 3 dB)	0,03 (harm) 0,02 (IM)	
CCE	SR-6000	idem	idem	idem	85 (4 Ω) 60 (8 Ω)	20/20 (\pm 0,5 dB)	0,04 (harm) 0,11 (IM)	<i>filtro sub-sônico; muting; loudness</i>
CCE	SR-6050	10,3 dBf (FM) 10 μ V (AM)		75 (FM)	80 (4 Ω) 65 (8 Ω)	20/20 (\pm 0,2 dB)	0,02 (harm) 0,01 (IM)	<i>idem, mais VUs de potência</i>

TOCA-DISCOS



marca	modelo	fonocaptor	pressão da agulha (gf)	wow flutter (%)	motor	rumble (dB)	tração	notas
Gradiente	B-20			0,1	4 polos, síncrono	65	correia	ret. automático
Gradiente	B-25			0,1	4 polos, síncrono	65	correia	contr. repetição; ajuste fino rotação; ret. autom.
Gradiente	B-35			0,1	servo CC	65	correia	contr. repetição; aj. fino rotação; mud. rot. eletrôn.
Gradiente	D-20			0,05	CC s/ núcleo	70	direta	estroboscópio
Gradiente	D-30			0,05	CC a quartzo	70	direta	estroboscópio
Gradiente	D-35			0,05	CC a quartzo	70	direta	estroboscópio; aj. fino rotação
Akai	AP100/100C	magneto móvel	2	0,05	4 polos, síncrono	53	correia	
Technics	SL-Q03	magneto móvel	1,75	0,025	CC servo a quartzo		direta	estroboscópio; freio eletrônico
Telefunken	PS 900		0 a 3,5	0,15	CC servo		direta	estroboscópio; aj. fino rotação
Sony	PST-20BS			0,04	CC servo		direta	estroboscópio; aj. fino rotação; repetição disco; contr. eletrôn. rotação
CCE	BD-3000		3 a 4	0,2	CC servo		correia	retorno automático
CCE	BD-5000	magnético	2 a 4	0,15	4 polos		correia	retorno automático
CCE	DD-7000	magnético	1,5 a 2	0,03	CC servo		direta	estroboscópio
CCE	DD-8080	magnético	1,5 a 2	0,03	CC servo	65	direta	estroboscópio

TAPE DECKS



marca	modelo	relação S/R (dB)	wow e flutter (%)	dist. harmon. (%)	separação de canais (dB)	tipos de fita	notas
Gradiente	CD-2100	56	0,1	1,3	35 (1 kHz)	normal, CrO ₂ e FeCr	
Gradiente	CD-2600	57	0,08	1,4		normal e CrO ₂	
Gradiente	CD-2800	57	0,08	1,4		normal, CrO ₂ , metal	Dolby
Gradiente	CD-3700	56	0,06	1,3		normal, CrO ₂ , metal	Dolby; indic. picos
Gradiente	CD-4000 CD-4000E	56	0,06	1,3		normal, CrO ₂ , metal	Dolby; VUs fluorescentes
Gradiente	CD-5500 CD-5500E	60	0,04	1,0		normal, CrO ₂ , metal	ANRS; teclas de toque; indic. picos; 2 motores
Akai	GX-M10	59	0,04	0,8	27	normal, CrO ₂ , metal	VUs fluorescentes; Dolby; sist. IPSS; <i>muting</i>
Technics	RS-607 RS-608	56	0,08			normal, CrO ₂ , FeCr	Dolby (RS-608); parada automática
Telefunken	TC 400	72	0,2	1,4	45 (1 kHz)	normal, CrO ₂ , FeCr, metal	sist. dnr e Hi-Com; parada automática; cabeça sendust
Sony	TC- PX5 BS	59	0,04	1,0		normal, FeCr, metal	Dolby; cabeça sendust; comandos p/ μ Processador; memória <i>playback</i> ; retenção picos; 2 motores
CCE	CD-2020 CD-4040	50	0,28	2 (total)	50	normal, CrO ₂	VUs c/ LEDs no CD-4040
CCE	CD-6060	63	0,07	1,5 (total)	50	normal, CrO ₂ , FeCr	Dolby; filtro MPX; <i>muting</i> grav.
CCE	CD-7070 CD-8080	65	0,06	1,3 (total)	57	normal, CrO ₂ , FeCr	cabeça sendust; <i>muting</i> grav.; mixagem linha e microf.; Dolby; VUs c/LEDs no CD-8080
CCE	CD-500	65	0,08	1,0 (total)		normal, CrO ₂ , FeCr, metal	Dolby; parada autom.; filtro MPX; VUs fluorescentes; conta-giros c/ memória

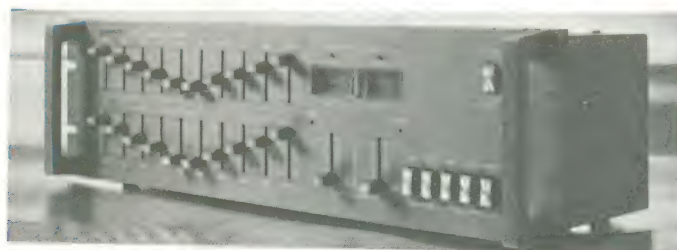
MIXERS

marca	modelo	nº de canais	resposta em freq. (Hz / kHz)	sensibilidade (mV)	distorção (%)	relação S/R notas
Cygnus	SAM 800	4	10/100 (± 0,05 dB)	fono: 2,2 Aux: 165 Tape: 165 Mic.: 0,5	0,05 (harm) 0,05 (IM)	76 (fono) 92 (Aux) 92 (Tape) 78 (Mic) perfil baixo.
Cygnus	MM 800	6 micro 2 linha	20/20 (± 0,5 dB)	Mic.: 1 linha: 150	0,05 (harm) 0,08 (IM)	75 (Linha) 70 (Mic) taxa de compressão ajustável. VU e ajuste Master.
CCE	MX-6060	2	10/60 (— 2 dB) (linha) 30/15 (— 4 dB) (Mic)	0,6/10 (Mic) 2,5/47 (fono) 300/22 (linha)		55 (Mic) 60 (fono) 65 (linha) controle de balanço (<i>fader</i>) controle <i>master</i> , VU de leds

FONES DE OUVIDO

marca	modelo	resp. em freq. (Hz / kHz)	tipo	impedância	Wrms	notas
IBCT	DSH-3	20/20	dinâmico	32Ω (a 1 kHz)	0,04	fone tipo aberto; plugue em 2 tamanhos

EQUALIZADORES GRÁFICOS



marca	modelo	resp. em freq (Hz / kHz)	rel. S/R (dB)	nº de contr por canal	reforço/ atenuação (dB)	distorção (%)	notas
Quasar	QE 9900	10/160 (± 0,5 dB)	75	10	± 13	0,04 (harm)	indicador de sobrecarga na entrada
Cygnus	GEQ 1012	5/200 (± 3 dB) 5/120 (± 0,5 dB)	92	10	± 12	0,05 (harm) 0,01 (IM)	indicador de sobrecarga na entrada
Micrologic	ME-21	10/50 (± 0,5 dB)	95	10	± 12	0,005 (harm)	
Micrologic	ME-22	5/500 (± 0,5 dB)	100	10	± 12	0,005 (harm)	indicador de sobrecarga; amplificador de baixo TIM e alto <i>slew-rate</i> .
Micrologic	MZ-1	idem	110	29 (1 canal)	± 12	0,005 (harm)	idem.
Micrologic	Nashville	15/120 (± 0,5 dB)	90	6	± 12	0,005 (harm)	
Giannini	BQ4	5/350 (— 1 dB)	90	10	± 15	0,02 (harm)	Controle do nível de saída do sinal (± 10 dB); VU e indicador de sobrecarga.
CCE	EQ-6060	20/30 (± 0,15 dB)	82	10	± 12	0,1 (harm)	controle master (sem reforço) indicação sobre sinal na entrada.

CÂMARAS DE ECO ELETRÔNICAS



marca	modelo	imped. entr. (Ω)	sensibilidade (mV)	resp. em freq. (Hz / kHz)	variação de retardo (ms)	notas
Giannini	BND2	600/50k	5/25/775	direta: 15/40 (± 0,5 dB) reverberante: 45/10 (± 3 dB)	0 a 1000	filtros agudos; controles master, mixer, feedback, equalizadores; VU com LEDs

REDUTORES DE RUÍDO

marca	modelo	impedância (k Ω)	rel. ganho (dB)	resp. em freq. (Hz/kHz)	redução de ruído (dB)	distorções (%)	notas
Cygnus	NR 800	47	1:1	20/20 ($\pm 0,5$ dB) 10/50 (± 3 dB)	15 (10 kHz)	0,05 (harm) 0,01 (1M)	tipo perfil baixo; indic. c/ LEDs freq. turnover.

CAPSULAS FONOGRÁFICAS

marca	modelo	tipo	pressão da agulha (gf)	tipo da agulha	resp. em freq. (Hz/kHz)	separ. entre canais (dB)	sensib. saída (mV)	notas
Le-Son	LM-80C	magnética	2—4	cônica	20/20 (± 2 dB)	25	6,2 (1kHz)	agulha de diamante
Le-Son	LM-90E	magnética	1—3,5	elíptica	20/25 (± 2 dB)	25	6,2 (1kHz)	idem
Le-Son	LK-99	eletreto	3—6	cônica	40/15 (± 2 dB)	20	360 (1kHz)	idem

CAIXAS ACÚSTICAS



marca	modelo	sistema	Wrms	resp. em freq. (Hz / kHz)	nº de canais	impedância (Ω)	dimensões (mm)	notas
Gradiente	Concert IV	bass-reflex	80		3	8	360 x 550 x 270	divisor 18 dB/8°
Gradiente	Concert V	bass-reflex	65		2	8	320 x 485 x 270	idem
Technics	SB-1220	bass-reflex	80 (pico)	45/20	2	8	270 x 650 x 350	disjuntor proteção; divisor 12 dB/8°
Technics	SB-1320	bass-reflex	100 (pico)	40/20	3	8	285 x 685 x 375	idem
Quasar	QS-220		90 (pico)	48/21	2	8	280 x 255 x 262	sist. omnidirecional
Schaeffer	Vega	susp. acústica	50		2	8	250 x 500 x 215	
Schaeffer	Octans	susp. acústica	100		3	8	355 x 1160 x 355	circ. eletrôn. de proteção; 8 alto-falantes
Telefunken	C-301 C-301L	susp. acústica	45	50/20	3	8	312 x 532 x 283	divisor 12 dB/8°; indic. sobrecarga c/LEDs (C-301L)
Telefunken	C-901BR	bass-reflex	55		3	8	466 x 780 x 404	divisor 12 dB/8°; atenuado- res p/ divisor; 2 falantes mé- dios e 2 tweeters
Arlen	DBL-600	bass-reflex	100	20/20	3	8	500 x 760 x 345	divisor c/ atenuador; indic. freq. c/LEDs; 2 falantes mé- dios
Arlen	DBL-500	bass-reflex	85	30/20	3	8	420 x 620 x 311	idem, mas c/ 1 falante médio
Arlen	DBL-400	bass-reflex	55*	40/20	3	8	390 x 580 x 285	idem
Arlen	DBL-200	bass-reflex	40	40/20	3	8	358 x 540 x 274	idem
Arlen	DBL-100	susp. acústica	25	50/20	2	8	210 x 310 x 220	
Unimack	Mack-45	bass-reflex	45 (IHF)	60/18 (± 6 dB)	2	8	300 x 500 x 250	
Unimack	Genesis	bass-reflex	75 (IHF)	45/22 (± 6 dB)	3	8	370 x 590 x 320	atenuadores no divisor

Referências para projetos em áudio

1ª Parte

O que iremos apresentar nesta série de artigos são tabelas e gráficos úteis para quem trabalha com áudio ou se interessa pelo assunto, informações que foram extraídas do SGS-ATES Audio Handbook.

Pretendemos apresentar dados sobre amplificadores de potência, slew-rate, ruído, equalização e outras coisas de interesse de nossos leitores. Cada seção de tabelas e gráficos será precedida de uma pequena introdução teórica, visando familiarizar o leitor com os dados apresentados.

AMPLIFICADORES DE POTÊNCIA

A tabela I mostra a relação entre tensão e corrente de saída em função da potência de saída, com uma carga de 4Ω e outra de 8Ω . A tabela fornece a tensão e a corrente em valores de pico e eficazes e a potência em valores eficazes (rms). Por exemplo, para uma potência de 30 W (rms) e uma carga de 4Ω , teremos uma tensão eficaz de 10,95 V e uma corrente eficaz de 2,74 A, na saída. Os valores de pico serão respectivamente 15,49 V e 3,87 A.

Os gráficos da figura 1 e 2 mostram a potência de saída em função da tensão de entrada e do ganho. Dado um sinal de entrada com uma determinada tensão, qual seria a potência necessária para se conseguir o ganho desejado?

O gráfico da figura 1 nos dá esta potência para uma carga de 8Ω e o da figura 2, para uma carga de 4Ω . Suponhamos que o sinal de entrada seja de 10 mV, o ganho seja 60 dB e a carga, 8Ω . No gráfico da figura 1, no eixo horizontal está representada a tensão de entrada em mV. Na tensão de 10mV, traça-se uma perpendicular ao eixo horizontal. No ponto de cruzamento com a reta $G_v = 60$ dB traça-se uma paralela ao eixo horizontal e, no eixo vertical, lê-se o valor da potência; no caso, ela é de 12 W.

Quando temos cargas diferentes, usamos o gráfico da figura 3, onde temos a tensão de saída em função da potência e da carga R_L . Por um procedimento semelhante ao da figura 1 e 2 podemos, para uma dada carga e uma dada potência, saber o valor da tensão de saída.

O gráfico da figura 4 nos mostra a frequência de corte para alto-falantes acoplados por capacitor. Quando um alto-falante é acoplado por capacitor, a resposta em frequência do amplificador sofre um corte nas baixas frequências. Neste gráfico, o capacitor a ser utilizado é dado em função da frequência de corte e da impedância do alto-falante, de maneira semelhante aos outros gráficos.

Slew-rate

O termo *slew-rate* de um amplificador significa a máxima taxa de variação que o amplificador é capaz de entregar. Pode também ser chamado de razão limite ou limite de velocidade de resposta.

Normalmente, é especificado em volts por microssegundo. Por exemplo, 10 V/ μ s de *slew-rate* significam que a saída é capaz de subir ou cair não mais que 10 V em cada microssegundo.



Algumas vezes é especificado indiretamente, como a variação da tensão de saída em função da frequência, ou como a máxima taxa de variação da tensão de saída de um amplificador com realimentação, sob condições de grandes sinais, ou seja, quando ocorre saturação.

O *slew-rate* é resultado do fato de que o capacitor de compensação C_L do amplificador tem uma corrente I_P de carga e descarga finita (Fig. 5). Com um sinal senoidal, a máxima taxa de variação ocorre quando o valor da equação abaixo é zero:

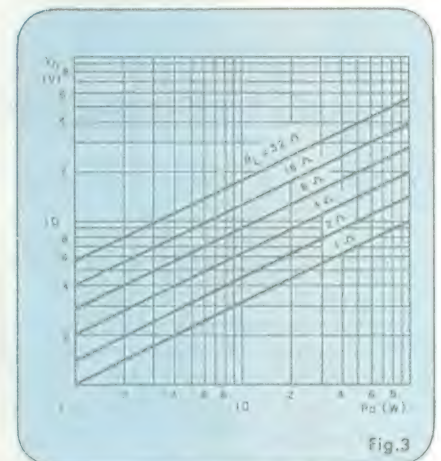
$$V_O = V_P \sin 2\pi f t$$

A máxima frequência senoidal amplificada sem distorção *slew* significativa é função da tensão de pico da saída e do *slew-rate* é dada por:

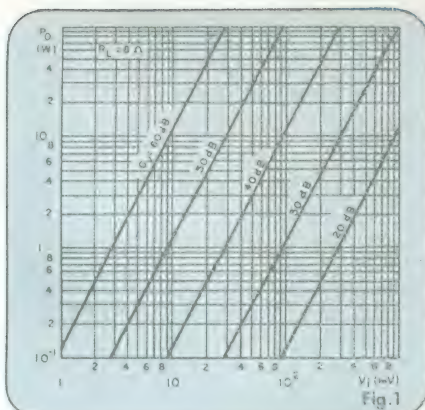
$$f_{\max} = \frac{SR}{2\pi V_P}$$

A f_{\max} também é chamada de banda de passagem de potência ou resposta do sinal (-3dB).

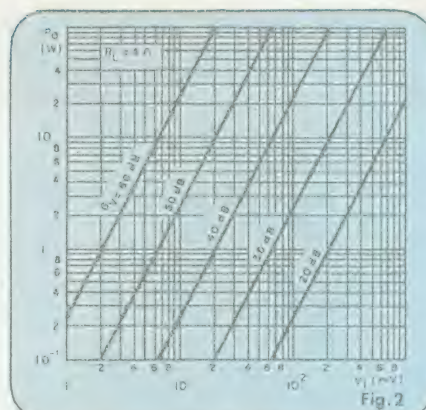
Em aplicações simples, usando um amplificador operacional com um *slew-rate*



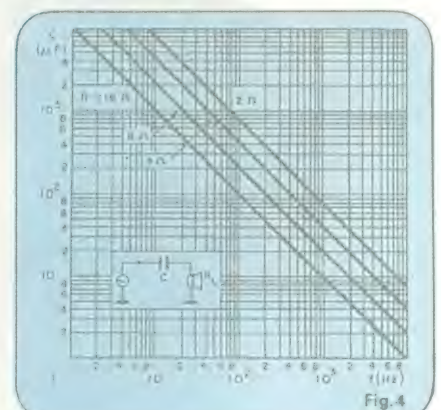
Tensão de saída em função da potência de saída e carga (R_L)



Potência de saída em função da tensão de entrada e ganho ($R_L = 8\Omega$)



Potência de saída em função da tensão de entrada e ganho ($R_L = 4\Omega$)



Frequência de corte, no lado das baixas, para alto-falantes com capacitor de acoplamento.

TABELA I

Tensão de saída e corrente em função da potência de saída

P _O (W)	R _L = 4Ω				R _L = 8Ω			
	V _O (V)	V _{pico} (V)	I _O (A)	I _{pico} (A)	V _O (V)	V _{pico} (V)	I _O (A)	I _{pico} (A)
1,0	2,00	2,83	0,50	0,71	2,83	4,00	0,35	0,50
1,5	2,45	3,46	0,61	0,87	3,46	4,90	0,43	0,61
2,0	2,83	4,00	0,71	1,00	4,00	5,66	0,50	0,71
2,5	3,16	4,47	0,79	1,12	4,47	6,32	0,56	0,79
3,0	3,46	4,90	0,87	1,22	4,90	6,93	0,61	0,87
3,5	3,74	5,29	0,94	1,32	5,29	7,48	0,66	0,94
4,0	4,00	5,66	1,00	1,41	5,66	8,00	0,71	1,00
4,5	4,24	6,00	1,06	1,50	6,00	8,49	0,75	1,06
5,0	4,47	6,32	1,12	1,58	6,32	8,94	0,79	1,12
5,5	4,69	6,63	1,17	1,66	6,63	9,38	0,83	1,17
6,0	4,90	6,93	1,22	1,73	6,93	9,80	0,87	1,22
7,0	5,29	7,48	1,32	1,87	7,48	10,58	0,94	1,32
8,0	5,66	8,00	1,41	2,00	8,00	11,31	1,00	1,41
9,0	6,00	8,49	1,50	2,12	8,49	12,00	1,06	1,50
10,0	6,32	8,94	1,58	2,24	8,94	12,65	1,12	1,58
12,0	6,93	9,80	1,73	2,45	9,80	13,86	1,22	1,73
15,0	7,75	10,95	1,94	2,74	10,95	15,49	1,37	1,94
20,0	8,94	12,65	2,24	3,16	12,65	17,89	1,58	2,24
25,0	10,00	14,14	2,50	3,54	14,14	20,00	1,77	2,50
30,0	10,95	15,49	2,74	3,87	15,49	21,91	1,94	2,74
35,0	11,83	16,73	2,96	4,18	16,73	23,66	2,09	2,96
40,0	12,65	17,89	3,16	4,47	17,89	25,30	2,24	3,16
45,0	13,42	18,97	3,35	4,74	18,97	26,83	2,37	3,35
50,0	14,14	20,00	3,54	5,00	20,00	28,28	2,50	3,54
60,0	15,49	21,91	3,87	5,48	21,91	30,98	2,74	3,87
70,0	16,73	23,66	4,18	5,92	23,66	33,47	2,96	4,18
80,0	17,89	25,30	4,47	6,32	25,30	35,78	3,16	4,47
90,0	18,97	26,83	4,74	6,71	26,83	37,95	3,35	4,74
100,0	20,00	28,28	5,00	7,07	28,28	40,00	3,54	5,00

típico de 0,5 V/μs e uma variação na saída de ± 15, temos:

$$\frac{30 \text{ V}}{0,5 \text{ V}/\mu\text{s}} = 60\mu\text{s}$$

Se a máxima saída de ± 15 V é requerida, o sinal de entrada precisa ter pelo menos 60μs entre os dois cruzamentos no eixo dos tempos (entre dois zeros da função). Ou seja, a máxima frequência que o sinal de entrada pode assumir é:

$$f_{\text{max}} = \frac{1}{2 \times 60\mu\text{s}} = 8 \text{ kHz},$$

se presumirmos 50% de ciclo de trabalho. Mesmo nesta frequência, a saída é triangular no lugar de quadrada.

Se um degrau é aplicado na entrada de um amplificador ideal através de um simples filtro RC (6 dB/oitava), a saída é limitada por *slew*, de acordo com a frequência de corte do filtro.

O máximo valor de *slew-rate* é também relacionado com a tensão de pico de saída, conforme é mostrado na figura 6.

Slew e a Distorção por Intermodulação de Transientes

A aplicação de fortes realimentações negativas em amplificadores de áudio tor-

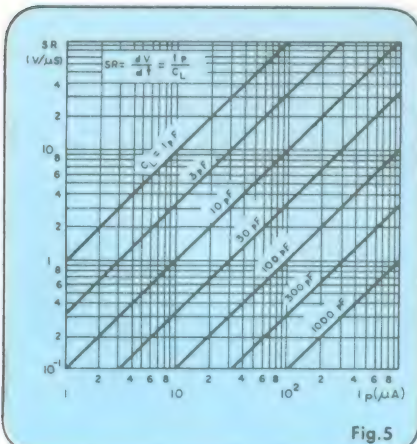


Fig. 5

Slew-rate de um amplificador em função de I_p e C_L

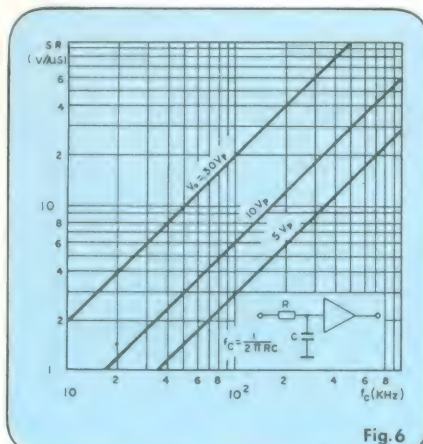


Fig. 6

Slew-rate máximo para amplificadores com filtro na entrada.

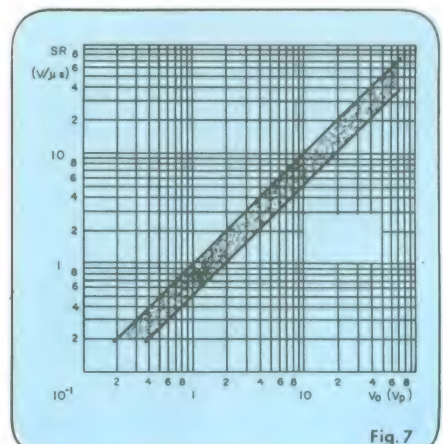


Fig. 7

Slew-rate em função da tensão de saída de pico.

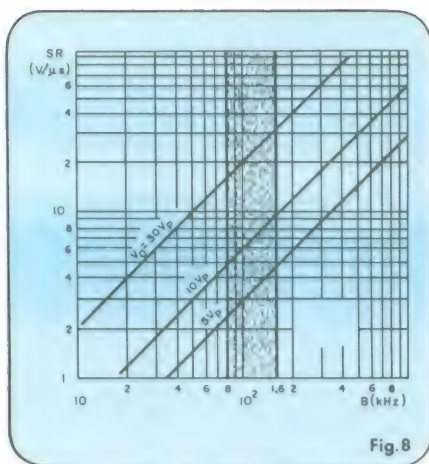


Fig. 8 Slew-rate e banda de potência em função da tensão de saída de pico.

nou-se prática comum porque circuitos integrados e transistores trabalhando sem transformadores facilitaram seu uso.

Na era dos amplificadores à válvula existiam os transformadores de saída que, devido à sua complexa função de transferência, impediam o uso de realimentações maiores que 20 ou 30 dB. Mesmo assim, projetistas de amplificadores estavam discutindo o “som” particular de tão forte realimentação negativa. Mais tarde, a inerente não linearidade dos primeiros amplificadores transistorizados forçou os

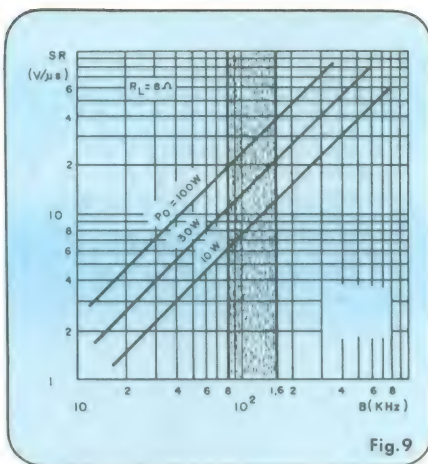


Fig. 9 Slew-rate e banda de potência em função da potência de saída para $R_L = 8\Omega$.

projetistas a usar fortes realimentações negativas, para cobrir os requisitos de baixas distorções harmônicas.

A aparente facilidade do uso da realimentação como cura para todos os males dos amplificadores de potência tem continuado, e amplificadores com 60 a 80 dB de realimentação negativa são comuns hoje em dia. Após anos de pesquisa em “som transistorizado” e alta fidelidade, mais um mecanismo básico de distorção foi descoberto, além da distorção harmônica e por intermodulação, que estavam

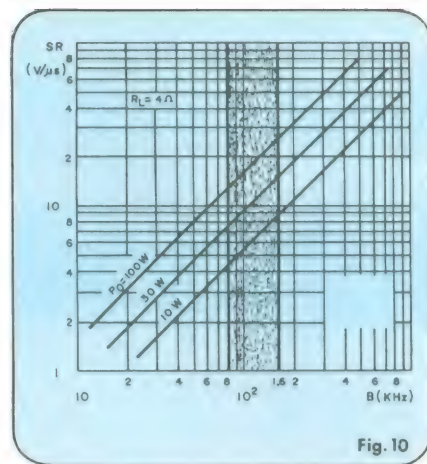


Fig. 10 Slew-rate e banda de potência em função da potência de saída para $R_L = 4\Omega$.

sob controle. Esta distorção recebeu o nome de distorção por intermodulação de transientes, ou TIM (*Transient Intermodulation Distortion*), e está relacionada com o slew-rate do amplificador de potência. Na realimentação negativa, uma parte do sinal de saída é enviada de volta à entrada, com fase invertida, visando corrigir distorções. Mas, devido às limitações de velocidade do amplificador (slew-rate), o sinal realimentado pode sofrer um atraso suficientemente grande para comprometer o desempenho da realimen-

Instrumentos para medições elétricas ou eletrônicas

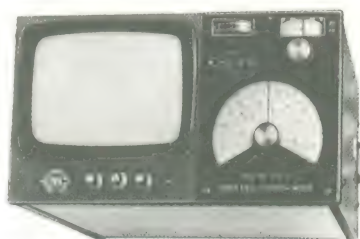
MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO

MODELO MC775B-VIDEO

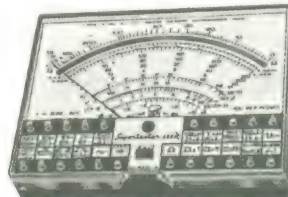
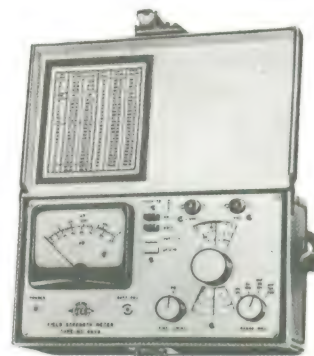
Especial para técnicos de TV. Branco & preto, e em cores na instalação de antenas simples ou coletivas. Som e imagem nos campos de frequência bandas de 40 a 950 MHz em faixas I, III, IV e V. Elétrico e baterias recarregáveis. Portátil: 8 kilos. Com mala de couro e acessórios.

MODELO MC661/C ou MC661/D

A bateria — para as faixas de 41 a 840 MHz. Portátil: 3 kilos. Completo com mala de couro, fones, atenuador e bateria



MULTÍMETRO DIGITAL CEME — DOC — 2000 AUTOMÁTICO. Funções: Vdc, Vac, Idc, Iac, Kohm a 20 Mohm. Display com LED's



SUPERTESTER ICE mod. 680/R

O modelo especial mais complexo e exato que existe no mercado eletro-eletrônico brasileiro. 10 ESCALAS PARA 80 FAIXAS DE MEDIÇÕES TEMOS MODELOS MENORES.

ALP Comercial Importadora Alp Ltda.

Alameda Jaú, 1528 - 4º andar - Conj. 42 - Tel.: 881-0058 (direto) e 852-5239 (recados) - CEP 01420 - São Paulo - SP



anunciando em
NOVA ELETRONICA



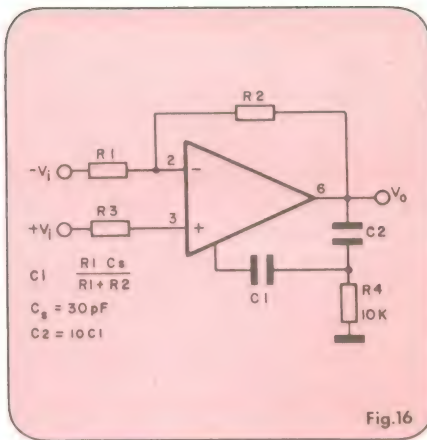
Fig. 12

Fig. 13

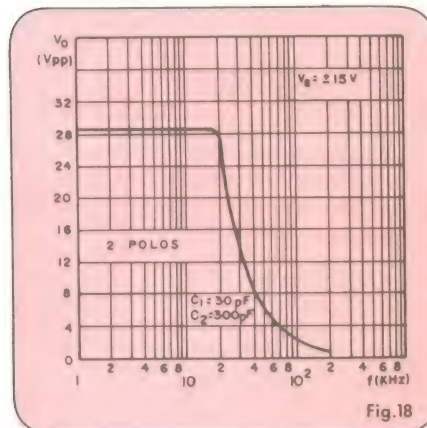
Fig.14

Fig.15

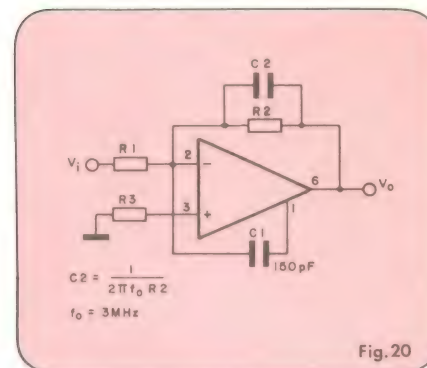
DEZEMBRO DE 1981



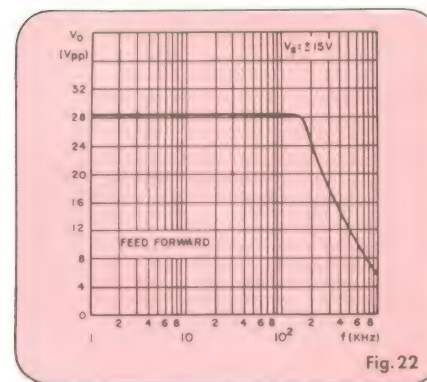
Dois pólos



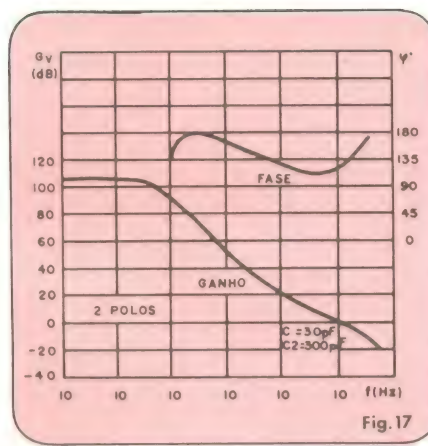
Resposta de frequência para grandes sinais.



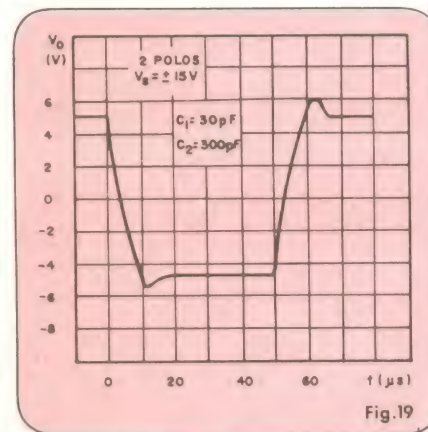
Pró-alimentação (feed forward).



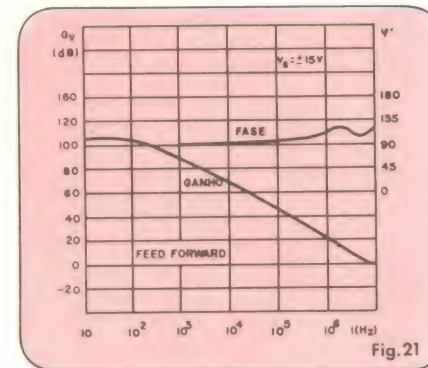
Resposta de frequência a grandes sinais.



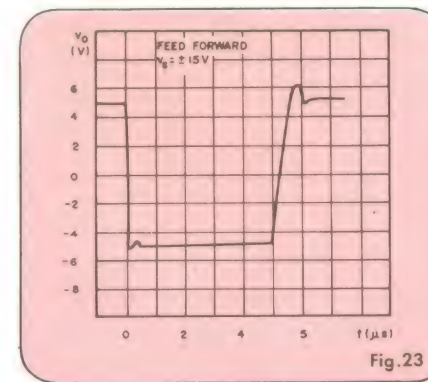
Resposta em frequência em malha fechada.



Resposta a pulsos.



Resposta em frequência em malha aberta.



Resposta a pulsos.

RÚIDO

O ruído pode ser definido como um sinal aleatório que interfere na inteligibilidade do sinal. Frequentemente, muitas fontes de sinais periódicos, como o *rumble* de toca-discos, *ripple*, vibrações, são consideradas ruído. Neste sentido, ruído é tudo que é indesejável num sinal. O tipo de ruído que iremos abordar é o ruído produzido no interior de semicondutores; ele é atribuído a flutuações espontâneas na geração, recombinação e transporte de carga. Foi criado um parâmetro para definir e tabelar este tipo de ruído, que é o fator de ruído (NF). As figuras de 24 a 27 mostram gráficos em que é usado este parâmetro. Quanto maior o fator de ruído, mais ruidoso é o estágio considerado.

Caso haja mais que um estágio, a tabela II nos mostra os valores dos fatores de ruído. O fator de ruído do segundo estágio não influencia tanto quanto o primeiro, o que indica que só deve ter mais cuidado com o primeiro estágio. O nível de ruído total para dois estágios é dado por:

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1}$$

E para um número maior de estágios:

$$F = F_1 \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_1 G_2 \dots G_{n-1}}$$

Divulgue seus lançamentos
em
NOVIDADES ELETROELETRÔNICAS
Mais um serviço
NOVA ELETRÔNICA

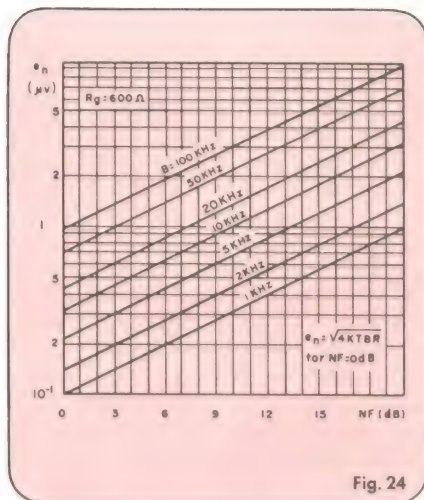


Fig. 24 Tensão de ruído na entrada, em função do fator de ruído e largura de banda. ($R_g = 600\Omega$).

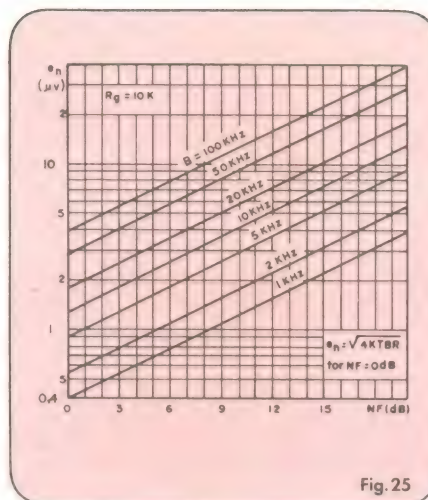


Fig. 25 Tensão de ruído total na entrada, em função do fator de ruído e largura de banda. ($R_g = 10\text{ k}\Omega$).

Outro tipo de ruído importante para áudio é o ruído térmico, gerado por resistores. Sob o ponto de vista do ruído, um resistor pode ser encarado como um gerador em série com uma resistência; esse gerador emite pulsos aleatoriamente, com sinal desconhecido. É conveniente considerar tais pulsos em módulo e encará-los como uma entidade estatística. O gráfico da figura 28 nos mostra o ruído térmico (e_n em função do valor da resistência e da banda passante).

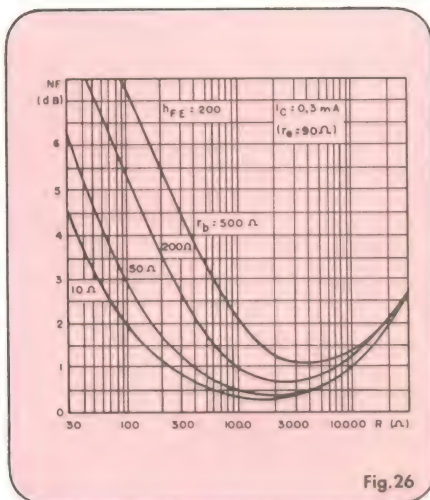
PONDERAÇÃO PSOFOMÉTRICA

Quem trabalha com áudio sabe que a resposta em frequência do ouvido humano não é plana. Para se realizar medidas em áudio, levando-se em conta a falta de linearidade do ouvido humano, é conve-

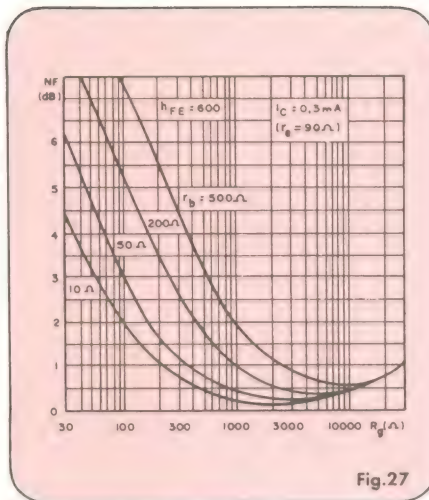
TABELA II

Nível de ruído de um amplificador incluindo o seu segundo estágio

1º ESTÁGIO		RUIDO 2º ESTÁGIO — F1						
Ganho G1 (dB)	Ruído F1 (dB)	3 dB	5 dB	8 dB	10 dB	12 dB	15 dB	20 dB
30	8,0	8,001	8,002	8,004	8,006	8,011	8,021	8,068
	5,0	5,001	5,003	5,007	5,012	5,020	5,041	5,131
	3,0	3,002	3,004	3,011	3,019	3,032	3,066	3,220
	1,5	1,504	1,508	1,518	1,529	1,547	1,594	1,796
	0,8	0,803	0,807	0,818	0,831	0,852	0,908	1,143
20	8,0	8,007	8,015	8,040	8,060	8,100	8,026	8,633
	5,0	5,014	5,030	5,070	5,120	5,200	5,401	6,183
	3,0	3,022	3,050	3,110	3,190	3,310	3,620	4,750
	1,5	1,539	1,570	1,660	1,770	1,930	2,352	3,807
	0,8	0,835	0,876	1,021	1,113	1,305	1,785	3,408
15	8,0	8,022	8,047	8,114	8,190	8,310	8,620	9,750
	5,0	5,043	5,093	5,225	5,370	5,600	6,160	7,989
	3,0	3,068	3,146	3,351	3,580	3,920	4,718	7,098
	1,5	1,596	1,705	1,988	2,300	2,750	3,767	6,574
	0,8	0,911	1,039	1,367	1,722	2,231	3,365	6,368
10	8,0	8,070	8,150	8,350	8,580	8,920	9,718	12,098
	5,0	5,140	5,290	5,670	6,090	6,670	7,941	11,160
	3,0	3,210	3,450	4,030	4,620	5,420	7,039	10,754
	1,5	1,800	2,120	2,890	3,640	4,620	6,508	10,536
	0,8	1,144	1,517	2,388	3,226	4,293	6,298	10,454
7	8,0	8,140	8,290	8,670	9,090	9,670	10,941	14,160
	5,0	5,270	5,560	6,260	6,950	7,870	9,672	13,601
	3,0	3,410	3,850	4,850	5,790	6,950	9,088	13,374
	1,5	2,070	2,660	3,930	5,060	6,410	8,764	13,256
	0,8	1,463	2,131	3,544	4,768	6,196	8,640	13,213



Fator de ruído no estágio de entrada em função da resistência (R_g) da fonte de ruído e r_b^* , com $h_{FE} = 200$.

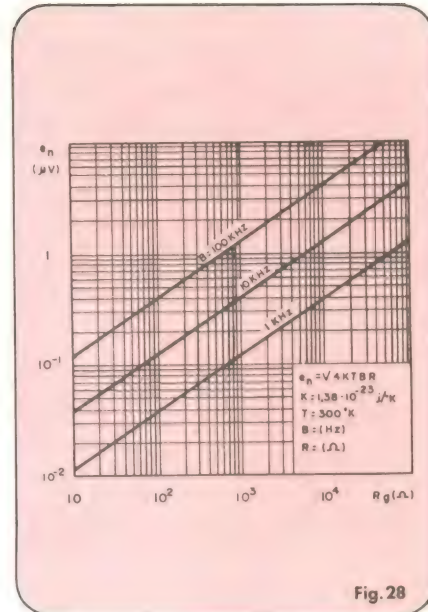


Fator de ruído em função da resistência (R_g) da fonte de ruído e r_b^* com $h_{FE} = 600$.

$$NF = 10 \log \left[1 + \frac{r_b}{R_g} + r_e + \frac{(r_b + r_e + R_g)^2}{2 R_g r_e h_{FE}} \right]$$

* r_b é a resistência de base do transistor de entrada

r_e é a resistência de emissor do transistor de entrada



Tensão de ruído térmico de uma resistência em função da largura de banda.

DE UM PRESENTE INTELIGENTE NESTE NATAL.



MICRO TRANSMISSOR FM II
KIT Cr\$ 1.488,00
MONTADO Cr\$ 1.900,00



PROT DOR
KIT Cr\$ 1.490,00
MONTADO Cr\$ 1.900,00



T.V. GAME II
KIT Cr\$ 3.325,00
MONTADO Cr\$ 4.290,00

...E MUITO MAIS! KITS NOVA ELETRONICA



FILCRES - Imp. e Rep. Ltda. Ind. e Com.
Rua Aurora, 165/171 - CEP 01209 - caixa postal 18.767 - SP
fones: 223-7388/223-1446 - telex 1131298 FILG BR



O MAIOR DISTRIBUIDOR DE COMPONENTES DO BRASIL

Rua Aurora, 165 - SP
Fone: 223-7388 r. 2

Fique ao lado
dos fortes, fique com
NOVA ELETRONICA
Retorno garantido para
seu anúncio

niente fazer-se uma correção na resposta do instrumento de medida. Esta correção está mostrada na figura 29.

EQUALIZAÇÃO E FILTROS

As curvas de equalização para discos e fitas são mostradas, respectivamente, nas figuras 30 e 31 e dispensam apresentação.

Um filtro passabaixas bastante comum é o filtro RC. Na figura 32 estão mostradas as curvas de ganho e fase desse filtro; se usarmos dois filtros RC em série, teremos a curva mostrada na figura 33.

A tabela III mostra as frequências de corte que podemos obter com um filtro RC, em função do R e do C.

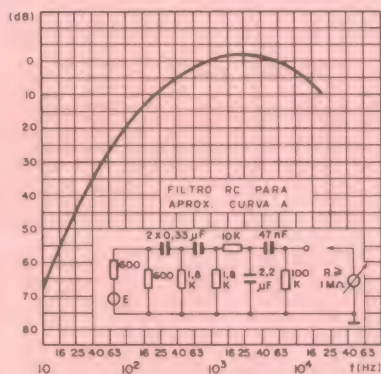


Fig. 29

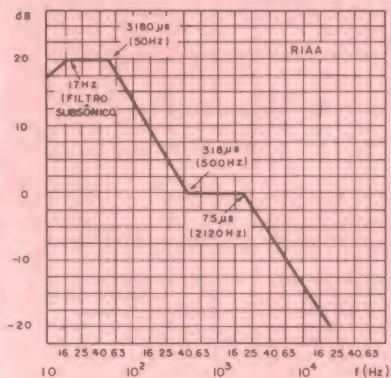


Fig. 30

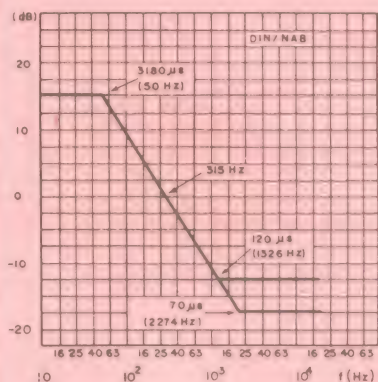


Fig. 31

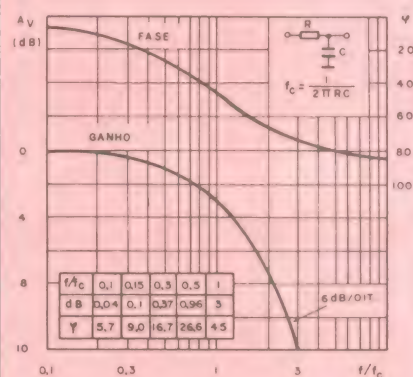


Fig. 32

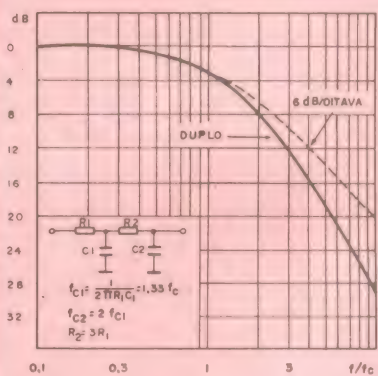


Fig. 33

TABELA III

Frequência de corte de filtros RC (6dB/oitava)

R (kΩ)	C (nF)												
	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2	10
1	159,1	132,6	106,1	88,42	72,34	58,95	48,23	40,81	33,86	28,42	23,41	19,41	15,92
1,2	132,6	110,5	88,42	73,68	60,29	49,12	40,19	34,01	28,22	23,68	19,50	16,17	13,26
1,5	106,1	88,42	70,74	58,95	48,23	39,30	32,15	27,21	22,58	18,95	15,60	12,94	10,61
1,8	88,42	73,68	58,95	49,12	40,19	32,75	26,79	22,67	18,81	15,79	13,00	10,78	8,84
2,2	72,34	60,29	48,23	40,19	32,88	26,79	21,92	18,55	15,39	12,92	10,64	8,82	7,23
2,7	58,95	49,12	39,30	32,75	26,79	21,83	17,86	15,11	12,54	10,53	8,67	7,19	5,89
3,3	48,23	40,19	32,15	26,79	21,92	17,86	14,61	12,37	10,26	8,61	7,09	5,88	4,82
3,9	40,81	34,01	27,21	22,67	18,55	15,11	12,37	10,46	8,68	7,29	6,00	4,98	4,08
4,7	33,86	28,22	22,58	18,81	15,39	12,54	10,26	8,68	7,20	6,05	4,98	4,13	3,39
5,6	28,42	23,68	18,95	15,79	12,92	10,53	8,61	7,29	6,05	5,08	4,18	3,47	2,84
6,8	23,41	19,50	15,60	13,00	10,64	8,67	7,09	6,00	4,98	4,18	3,44	2,85	2,34
8,2	19,41	16,17	12,94	10,78	8,82	7,19	5,88	4,98	4,13	3,47	2,85	2,37	1,94
10	15,92	13,26	10,61	8,84	7,23	5,89	4,82	4,08	3,39	2,84	2,34	1,94	1,59
12	13,26	11,05	8,84	7,37	6,03	4,91	4,02	3,40	2,82	2,37	1,95	1,62	1,33
15	10,61	8,84	7,07	5,89	4,82	3,93	3,21	2,72	2,26	1,89	1,56	1,29	1,06
18	8,84	7,37	5,89	4,91	4,02	3,27	2,68	2,27	1,88	1,58	1,30	1,08	0,88
22	7,37	6,03	4,82	4,02	3,29	2,68	2,19	1,85	1,54	1,29	1,06	0,88	0,72
27	5,89	4,91	3,93	3,27	2,68	2,18	1,79	1,51	1,25	1,05	0,87	0,72	0,59
33	4,82	4,02	3,21	2,68	2,19	1,79	1,46	1,24	1,03	0,86	0,71	0,59	0,48
39	4,08	3,40	2,72	2,27	1,85	1,51	1,24	1,05	0,87	0,73	0,60	0,50	0,41
47	3,39	2,82	2,26	1,88	1,54	1,25	1,03	0,87	0,72	0,60	0,50	0,41	0,34
56	2,84	2,37	1,89	1,58	1,29	1,05	0,86	0,73	0,60	0,51	0,42	0,35	0,28
68	2,34	1,95	1,56	1,30	1,06	0,87	0,71	0,60	0,50	0,42	0,34	0,28	0,23
82	1,94	1,62	1,29	1,08	0,88	0,72	0,59	0,50	0,41	0,35	0,28	0,24	0,19
100	1,59	1,33	1,06	0,88	0,72	0,59	0,48	0,41	0,34	0,28	0,23	0,19	0,16



FILCRES IMPORTAÇÃO E REPRESENTAÇÃO LTDA.
Rua Aurora, 165/171 - 01209 - caixa postal 18.767 - SP
fones: 223-7388/222-3458 e 221-0147 - telex: 1131298 FILG BR

•PRECISÃO •BAIXO CUSTO •ALTO DESEMPENHO •FUNCIONALIDADE A VENDA TAMBÉM MONTADO

Devido às suas características,
é o ideal para laboratórios,
serviço de manutenção,
ensaios ou para hobbystas.
Baixo preço. Assistência
técnica garantida.

- Alimentação de 9 volts
por bateria ou alimentador CC
- Faixas CC e CA
- Medição de Tensão, Corrente
ou Resistência Ohmica

PROPOSTA DE COMPRA

DESEJAMOS RECEBER PELO REEM-
BOLSO, O MULTÍMETRO LCD NE 3131,
COMERCIALIZADO PELA FILCRES.

NOME

EMPRESA

TEL CIDADE ESTADO

RUA

Nº CEP

PREÇO:

- ☐ KIT (Cr\$ 19.900,00)
- ☐ MONTADO (Cr\$ 28.000,00)

REEMBOLSO:

- ☐ VARIG
- ☐ POSTAL, COM CHEQUE VISADO.

“POR DENTRO DOS SUPERCONDUTORES”

Paulo Nubile



Quando certos metais são resfriados a temperaturas de cerca de -270°C (próximo ao zero absoluto) perdem toda a resistência elétrica. Esse comportamento poderia significar, a priori, a possibilidade de se construir um moto-perpétuo. Uma corrente que percorre uma espira com resistência elétrica nula não dissipa potência pelo efeito joule e, portanto, pode circular eternamente pela espira sem ser atenuada. Infelizmente, a potência que teoricamente pode ser retirada de um “motor supercondutor” é bem menor que aquela necessária para levá-lo a -270°C .

Embora um supercondutor não possa ser usado para gerar energia de graça, ele tem outras aplicações que atualmente vêm ganhando notoriedade.

Além de ser, é claro, um dos mais fascinantes objetos de pesquisa da física moderna.

A supercondutividade é um fenômeno conhecido desde a primeira década deste século. Heike Kamerling Onnes, um pesquisador irlandês, pesquisava o comportamento de alguns materiais submetidos a temperaturas extremamente baixas, a apenas alguns graus acima do zero absoluto (veja a explicação deste termo em quadro separado). Dentre os materiais pesquisados por Heike havia alguns metais, em particular o mercúrio. Ele observou que, abaixo de certa temperatura, o mercúrio perdia sua resistência elétrica totalmente. Nenhum medidor de resistência elétrica era capaz de acusar qualquer valor de resistência.

Até nossos dias, o fenômeno não é bem entendido. Mas, já o conhecemos o suficiente para fazer uso dele. Alguns equipamentos fazem uso de supercondutores, além de ser um vastíssimo campo de pesquisa na física.

Da condução nos metais à supercondutividade

Vamos começar estudando como se dá a condução da corrente elétrica num me-

tal. Os átomos que compõem um metal formam uma rede cristalina, isto é, se agrupam ordenadamente em figuras geometricamente simples. Observe a figura 1, ali representamos um metal com rede cristalina cúbica (a figura é bidimensional, mas, na realidade o arranjo é tridimensional). Na temperatura ambiente, esses átomos não se encontram parados em relação às suas posições de equilíbrio mas eles vibram em virtude da agitação térmica. A figura 1 é uma fotografia hipotética de como os átomos estão dispostos num metal quando a temperatura é diferente do zero absoluto. Além disso, átomos que compõem o metal dispõem de alguns elétrons disponíveis para a condução, ou seja, um campo elétrico pequeno é capaz de arrastá-los. Os elétrons arrastados pelo campo colidem com os átomos da rede cristalina do metal. Tais colisões impedem o livre fluxo dos elétrons e dão origem ao que chamamos de resistência elétrica do metal. A resistência aumenta com o aumento da temperatura porque os átomos da rede vibram com mais energia e se deslocam a uma distân-

cia maior da posição de equilíbrio aumentando conseqüentemente a desordem do sistema e, assim, a probabilidade dos elétrons colidirem com os átomos.

Segundo esse modelo é razoável supor que se a vibração dos átomos da rede for reduzida, a resistência também diminuirá. Como o espaço vazio entre os átomos é muito maior que o raio de um átomo, a probabilidade de um elétron vir a colidir com um átomo diminui quando os átomos vibram pouco. No zero absoluto, sem nenhuma vibração dos átomos, a resistência deve ser nula.

Mas Heike descobriu que isso acontece a temperaturas diferentes do zero absoluto. O mercúrio se transforma num supercondutor à temperatura de 4,2°K (observe a figura 2).

Um outro fenômeno interessantíssimo foi descoberto por Meissner, um físico alemão, acerca dos supercondutores. Uma barra supercondutora submetida à presença de um campo magnético expulsa as linhas de campo de seu interior, como mostra a figura 3.

Esses dois fenômenos não são explicáveis pelo modelo proposto de condutividade nos metais (figura 1). Em 1950 H. Fröhlich e John Bardeen propuseram outra interpretação para o fenômeno da supercondutividade. Segundo a teoria por eles proposta, a vibração dos átomos em temperaturas próximas do zero absoluto não obstrui o fluxo de elétrons mas, pelo contrário, contribui para facilitá-lo. Em outras palavras, a vibração da rede se torna o agente causador da supercondutividade no metal.

A teoria de Fröhlich-Bardeen assegura que as vibrações de baixa temperatura da rede cristalina e os movimentos dos elétrons de condução são síncronos. Como um resultado da interação entre os átomos e os elétrons, estes têm sua energia cinética reduzida e caminham pelo metal como se fossem ondas, contornando os átomos que surgirem no percurso (observe a figura 4).

Temperaturas críticas dos metais

A temperatura em que um metal se torna supercondutor é conhecida como temperatura crítica (T_c). A seguir apresentamos uma tabela com as temperaturas críticas de alguns metais:

A escala de temperaturas absolutas

Estamos familiarizados com uma escala de temperaturas baseada nos pontos de fusão e ebulição da água. A escala Celsius tem seu ponto zero na temperatura de fusão da água. Quando a água passa do estado sólido para o líquido dizemos que a temperatura dessa água é de 0°C (graus Celsius, ou centígrados). Quando a água passa de líquida para gasosa dizemos que a temperatura em que esse fenômeno ocorre é de 100°C.

Essa escala, porém, mostrou-se inadequada para a sua utilização como indicadora da agitação das moléculas que compõem uma substância.

Na realidade a temperatura espelha o grau de agitação das moléculas ou átomos presentes numa amostra. Se a agitação aumentar a temperatura deve aumentar.

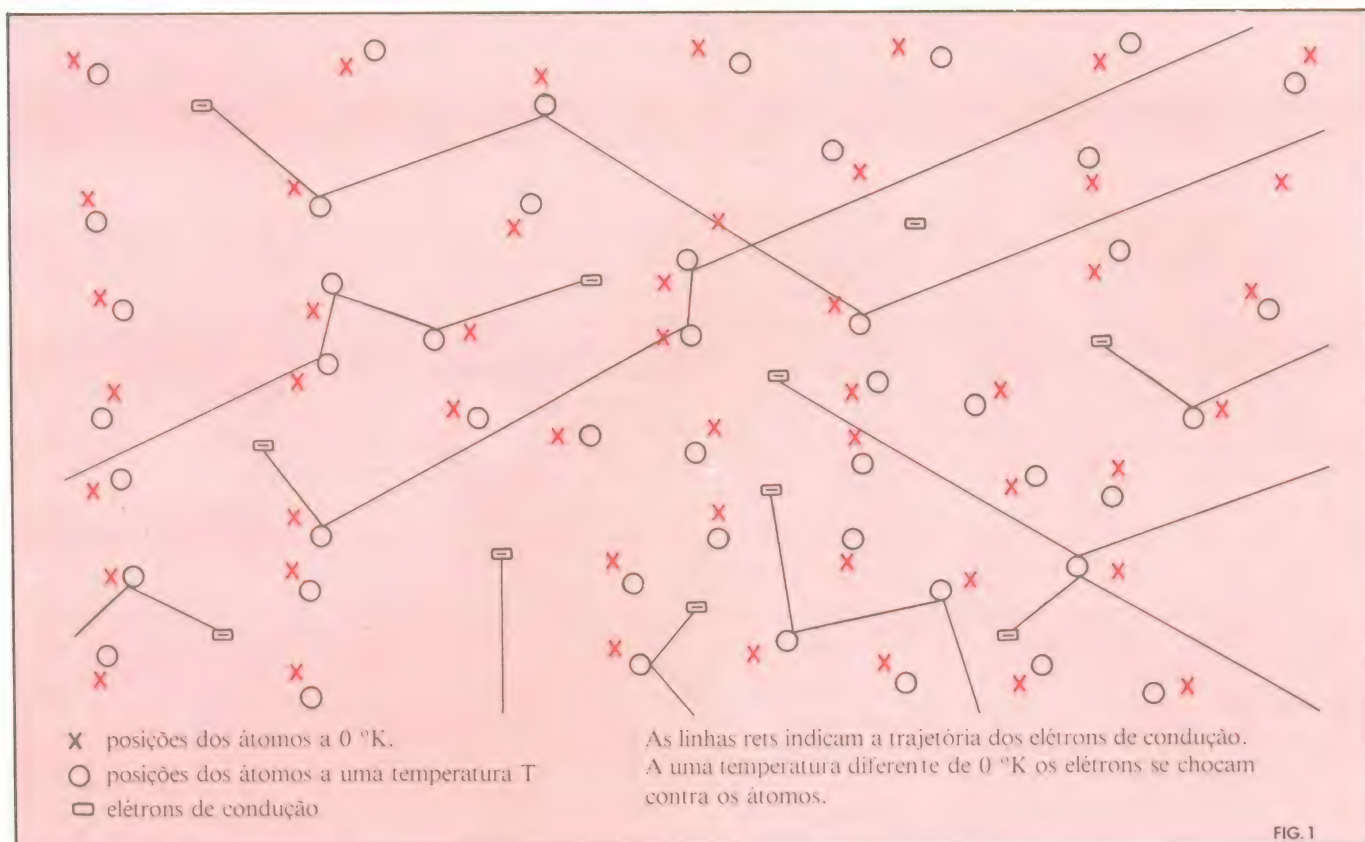
Lord Kelvin sugeriu uma escala em que em vez de tomarmos o zero no ponto de ebulição da água, devemos tomá-lo na temperatura em que a agitação das moléculas não mais existir. Nasceu assim a escala Kelvin de temperaturas. Cálculos posteriores mostraram que essa temperatura é de - 273°C. Essa temperatura é chamada de zero absoluto.

Existe uma correspondência entre a escala Celsius e a Kelvin, dada pela equação:

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(^{\circ}\text{K}) - 273$$

Pela fórmula acima, a temperatura de ebulição da água deve ser de:

$$\begin{aligned} 100^{\circ}\text{C} &= T - 273 \\ T &= 373^{\circ}\text{K} \end{aligned}$$



Modelo de condução em metais a temperaturas diferentes de 0°K. Na trajetória, cada elétron tem grande probabilidade de se chocar com um dos átomos da rede, que vibram devido à energia térmica que possuem. Quanto maior a vibração térmica da rede, maior a probabilidade de haver choque de um elétron com um átomo e, portanto, a resistência do material tende a aumentar.

Metal	Símbolo	Temperatura Crítica (°K)
Lantânio	La	4,37
Tório	Th	1,39
Zircônio	Zr	0,7
Titânio	Ti	0,53
Hafnio	Hf	0,35
Nióbio	Nb	8,0
Vanádio	V	5,1
Tântalo	Ta	4,4
Urânio	U	0,8
Technetium	Tc	11,0
Rênio	Re	1,7
Ósmio	Os	0,71
Rutênio	Ru	0,47

Apresentamos aqui um grupo de 13 elementos, há também um segundo grupo de 10 elementos e um grande número de compostos e ligas, que apresentam propriedades supercondutoras.

A figura 5 mostra como o efeito da supercondutividade altera a curva de resistência por temperatura, nos materiais não-supercondutores, a resistência não se

anula no zero absoluto; a curva pontilhada é típica de um material supercondutor.

Os supercondutores e suas aplicações

Desde que uma corrente comece a fluir por um supercondutor em malha fecha-

da, como mostra a figura 6, ela manter-se-á constante, teoricamente para sempre. O supercondutor torna-se, então uma espécie de máquina de moto-perpétuo.

Mas a propriedade dos supercondutores mais útil é a de servir como "carcaça" para campos magnéticos. A superfície de um supercondutor torna-se um espelho

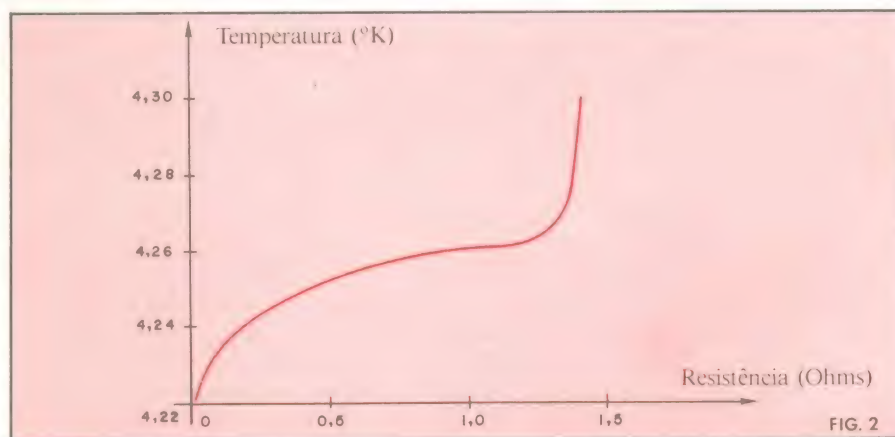
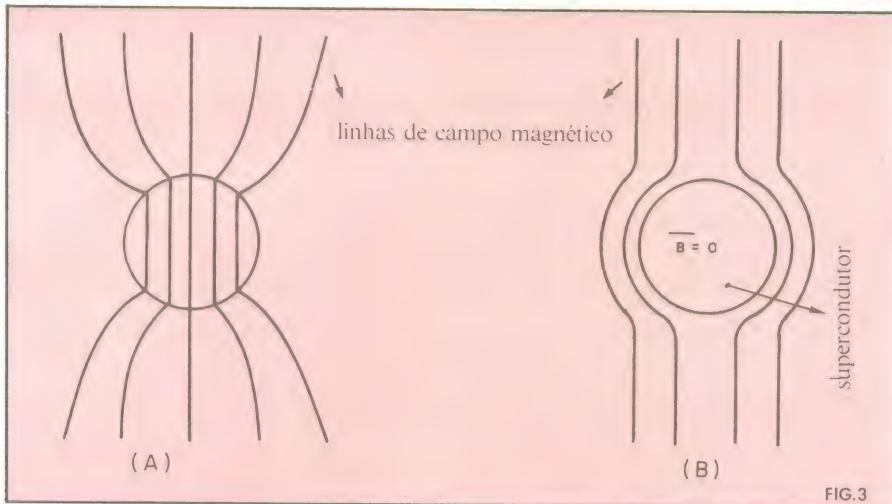


Gráfico da Temperatura x Resistência para o mercúrio. Observe que a partir de 4,26°K a resistência do mercúrio decresce acentuadamente, chegando a zero em 4,22°K.



(A) Comportamento das linhas de campo magnético quando estas atravessam um material ferromagnético. (B) Comportamento das linhas de campo quando estas atravessam um supercondutor. Observe que nenhuma linha penetra o material, logo, o campo magnético interno é nulo.

magnético, refletindo as linhas de força do campo incidente.

O efeito da reflexão das linhas de campo magnéticas sugere uma variedade de aplicações úteis dos supercondutores. Num microscópio eletrônico, por exemplo, campos magnéticos focalizam a ima-

gem formada por um feixe de elétrons. Esses campos atuam como lentes. Um supercondutor cilíndrico colocado na direção de propagação do feixe eletrônico pode confinar o campo magnético focalizando numa região extremamente pequena, aumentando o poder de focalização desse

Anuncie em

NOVA ELETRONICA

Você merece

ÚLTIMOS LANÇAMENTOS NO MERCADO DE ACESSÓRIOS PARA OPERADORES DE RÁDIO

LANÇAMENTO

MANIPULADOR TELEGRÁFICO MASTER SPEED — DX



Sensacional lançamento do manipulador Master Speed-DX que apresenta funcionamento extra suave, totalmente ajustável, auto-suportável e pés aderentes. Contatos em pura prata ou opcional em ouro sob encomenda.

Preço de lançamento: Cr\$ 3.330,00

NOVIDADES

PHONE PATCH HOBBY

Novo Phone Patch exclusivo da HOBBY para você fazer a conexão da linha telefônica em qualquer equipamento de transmissão. Indispensável para seus QTC's.

Preço: Cr\$ 4.880,00



BALUM DE FERRITE — JOPASON

Para casamento da antena com cabo coaxial reduzindo a relação de ondas estacionárias e eliminando a TVI.

Preço Cr\$ 3.200,00.



MICROFONE EXPANSIVE

Para qualquer equipamento de transmissão. Cápsula de eletreto. Impedância 1 kohm. Resposta de frequência 100 Hz a 4.000 Hz e ganho 50 dB.

Preço: Cr\$ 8.800,00



VENDAS PELO REEMBOLSO VARIG E POSTAL.

SOLICITE NOSSA TABELA DE PRODUTOS COM QUASE 100 ARTIGOS.

COMPLETA LINHA DE ANTENAS.



HOBBY RÁDIO SHOPPING MARKETING DIRETO LTDA.

Praça João Mendes, 42 - 8º and., Cj. 84 Fone: (011) 37-4517 (PBX) - CEP 01501 - SP

CAIXA POSTAL 51.604 CEP 01000 — TELEX (011) 25942 — SÃO PAULO — SP

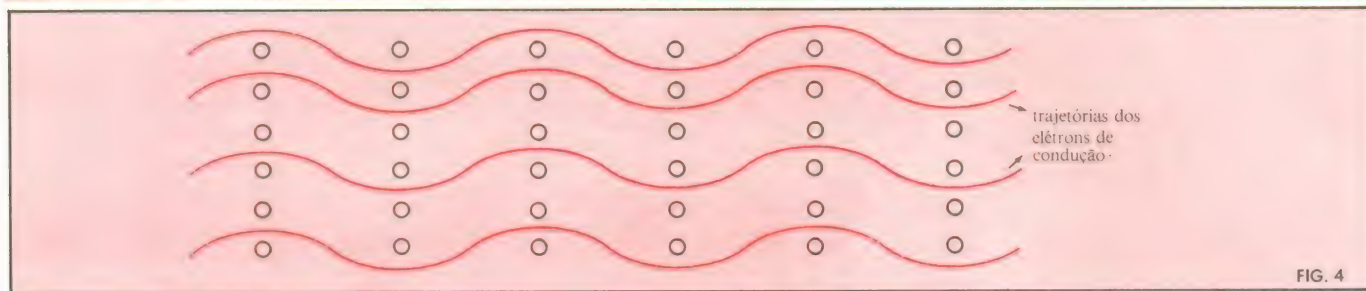


FIG. 4

Modelo de condução nos supercondutores proposto por Fröhlich-Bardeen. O movimento dos elétrons é tal que não há choque com os átomos da rede, mesmo que eles tenham um pequeno movimento vibratório. Neste modelo a supercondutividade pode ser interpretada como um fenômeno de ressonância.

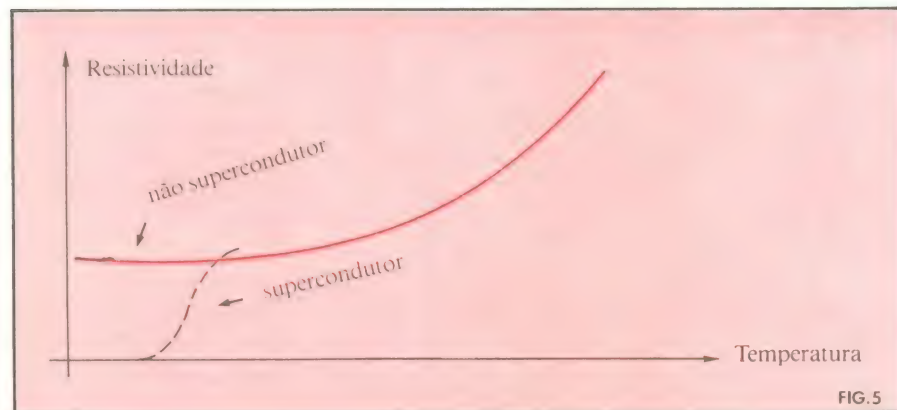


FIG. 5

Curva de resistividade por temperatura para um material não supercondutor (linha cheia) e para um material supercondutor (linha pontilhada).

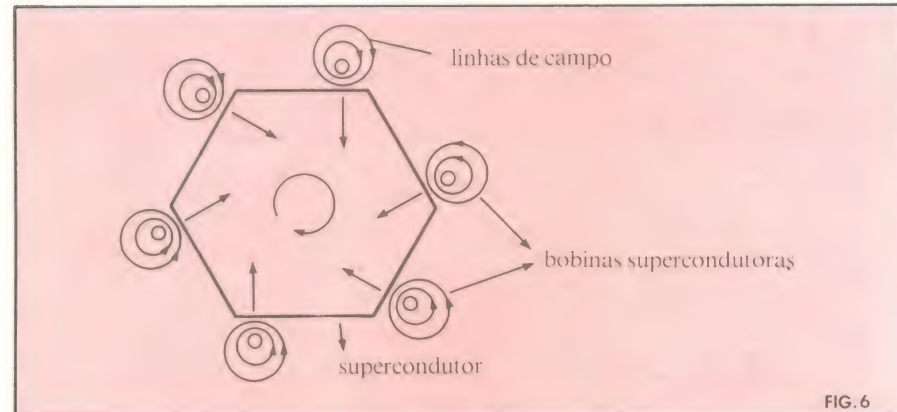


FIG. 6

Representação gráfica de um motor supercondutor. Várias bobinas supercondutoras produzem um torque num rotor, também supercondutivo, de formato poligonal.

campo. O aumento da resolução é tal que, com o uso de supercondutores, pode-se construir um microscópio onde se pode ver átomos.

Superfícies supercondutoras podem também melhorar a performance de uma cavidade ressonante de osciladores que geram microondas. Os supercondutores oferecem baixa resistência para correntes elétricas de alta frequência e além disso podem confinar o campo eletromagnético dentro da cavidade.

O efeito de reflexão das linhas de campo magnéticas sugerem a construção de um amortecedor praticamente sem o problema da fricção. Consiste de uma bobina supercondutiva com fios de nióbio acima da qual é colocado um disco supercondutivo de tal forma que possa se mover verticalmente, mas não lateralmente. Uma corrente que atravessa a bobina cria um fluxo magnético que repele o disco e faz com que se mantenha suspenso. Se alguma força tender a comprimi-lo, o fluxo

magnético gerado pela bobina também tenderá a aumentar, aumentando também a força de repulsão entre a bobina e o disco.

O motor elétrico supercondutor é uma outra possibilidade de utilização da supercondutividade. Os amortecedores supercondutivos poderiam eliminar as fontes de fricção. Se as bobinas do estator bem como as do rotor forem feitas de material supercondutor, o motor pode alcançar uma eficiência de aproximadamente 100%. O rotor, porém, não pode ter o formato convencional, cilíndrico, já que as linhas de força geradas pelo estator são perpendiculares à superfície do rotor. Se o formato do rotor for cilíndrico, nenhum torque apareceria para fazê-lo girar. Se o rotor tiver o formato de um polígono, um torque aparecerá, como mostra a figura 6.

Um fluxo girante, produzido de modo análogo às correntes alternadas polifásicas de um motor comum, fará o rotor girar; aumentando a frequência da corrente em cada bobina, o rotor girará mais rápido. Motores de 20.000 rpm foram construídos pela General Electric já na década de 60. A baixa temperatura na qual o motor deve operar limita sua utilização para aplicações especiais; por exemplo, um giroscópio de alta precisão.

Amplificadores supercondutivos formam um outro campo de pesquisas, mais voltado à eletrônica. A idéia é aproveitar a montagem de um amortecedor supercondutor. Como já vimos, o movimento da barra de sustentação do amortecedor faz variar o fluxo presente numa bobina supercondutora percorrida por uma corrente elétrica constante (CC). Essa variação de fluxo pode gerar uma corrente alternada numa segunda bobina. Se o número de espiras dessa segunda bobina for superior ao da primeira (percorrida por corrente contínua), a potência de saída será maior, amplificada. Trata-se, portanto, de um amplificador que converte corrente contínua em alternada.

Filtro integrado para áudio corta o ruído dispensando sinais de pré-processamento

Um par de filtros passa-baixas dinamicamente variáveis reduz o ruído em sistemas de áudio, sem exigir a codificação das fontes de sinal.

Martin Giles, National Semiconductor Corp., Califórnia

Uma nova arma foi acrescentada à luta contra o ruído em áudio: um circuito integrado que entrega aos projetistas um sistema de redução de ruídos capaz de trabalhar com qualquer fonte de áudio, sem necessidade de se pré-processar os sinais. Adotando um CI como coração do sistema, a nova abordagem resultou bastante econômica no combate ao ruído.

O sistema dinâmico de redução de ruídos DNR retira uma parcela substancial — até 14 dB — do nível total de ruído, quando adotado em praticamente qualquer fonte de sinais. Ele consegue essa proeza pelo ajuste contínuo de sua faixa filtrante, em relação ao conteúdo harmônico variável do sinal de entrada.

A técnica DNR combina dois fenômenos de áudio — redução de banda passante e mascaramento auditivo — para alcançar seus objetivos; para tal, depende de circuitos de filtro passa-baixas, integrados e dinamicamente variáveis. Assim, os esforços dos projetistas da National resultaram em um sistema em que todos os componentes estão integrados, com exceção de alguns pouco críticos.

A popularidade dos equipamentos de áudio dirigidos ao consumidor, particularmente do gravador cassete, é devida em parte ao desenvolvimento das chamadas técnicas suplementares

para supressão de ruídos, em especial do sistema Dolby. Uma desvantagem muito comum inerente a tais sistemas reside no fato de exigirem a codificação dos sinais, antes de sua gravação ou transmissão; em consequência disso, uma infinidade de fontes de programa não é beneficiada por essas técnicas de redução de ruídos. O sistema DNR, por outro lado, é um método não complementar de redução de ruído, sendo assim aplicável a uma enorme variedade de fontes, incluindo velhas gravações em fita, transmissões de FM, toca-videodiscos e videocassetes.

Crucial para o baixo custo e, portanto, para uma rápida aceitação do sistema DNR, é o integrado LM1894, principal responsável pela redução dos ruídos. Na placa que contém o circuito, o CI está cercado por uns poucos componentes adicionais, necessários à complementação do sistema. O integrado em si contém dois filtros passa-baixas dinamicamente variáveis, com o objetivo de reduzir o chiado e demais ruídos indesejáveis, através da variação de suas bandas em função do conteúdo de alta frequência do sinal de entrada.

Até um passado recente, os sistemas redutores de ruído comerciais eram baseados nos *compandors*, aparelhos de com-

Dez decibéis fazem todo o truque

Nos estúdios comerciais de gravação, os sistemas de compressão-expansão (chamados de compandors, em inglês) oferecem bem mais que 10 dB de redução de ruído. Por que motivo Ray Dolby não ultrapassou os 10 dB em seu conhecido sistema? A razão principal é a de que, normalmente, 10 dB são mais que suficientes, o que pode ser aplicado a qualquer circuito comercial de redução de ruído.

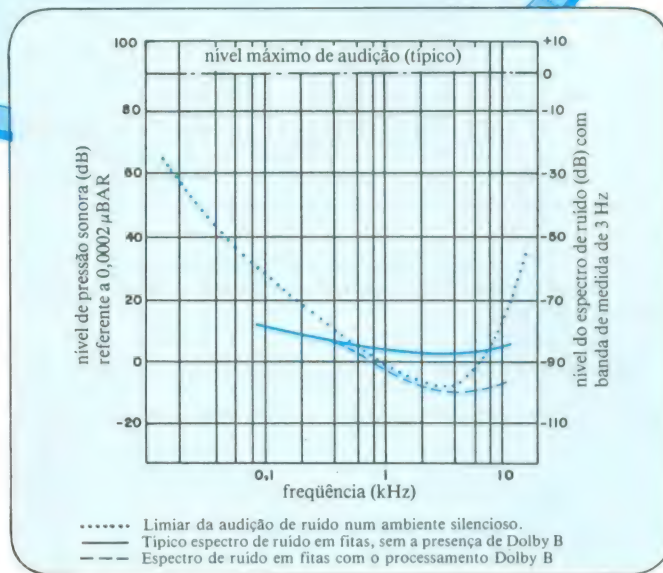
No gráfico que representa espectros de ruído, a curva pontilhada, que indica o limiar da audição, é o nível espectral no qual o ruído começa a ser percebido, em um ambiente razoavelmente quieto. Em outras palavras, os componentes de ruído que estiverem abaixo dessa curva não serão ouvidos. A curva deve seu formato a um fenômeno conhecido por **mascaramento** — o qual explica que a capacidade de se perceber um determinado som é reduzida pela presença de outros sons, denominados **mascaradores**. Abaixo dos 600 Hz e acima dos 6 kHz, o formato é determinado principalmente pelas características do ouvido humano; entre essas duas frequências, porém, o limiar da audição sofre mascaramento ou ênfase do ruído ambiente.

O nível de ruído produzido por um sistema de áudio depende, em grande parte, da posição em que é colocado o controle de volume. Se um sinal gravado a 0 VU (unidades de volume) puder ser ampliado o suficiente para produzir, nos alto-falantes, um nível de pressão sonora de 90 dB — o que é bastante elevado — então o espectro de ruído de uma típica fita cassete terá o aspecto da curva contínua. Entre 1 e 6 kHz, o ruído ambiente não chega a encobrir o chiado da fita.

O resultado final do processamento em Dolby pode ser visto na curva tracejada: o chiado da fita é reduzido para baixo do nível audível. Ao se elevar o volume ou gravar a fita a um nível

médio reduzido de -10 VU, o espectro de ruído da fita irá se tornar audível novamente.

Assim sendo, dizer que uma redução de 10 dB no ruído é suficiente esconde parte da história; por outro lado, qualquer acréscimo a esse valor de compressão tornará a fita codificada em Dolby inadequada a equipamentos que não possuam os circuitos decodificadores complementares. A abordagem dinâmica de redução de ruído, do tipo DNR, evita esse problema e proporciona uma redução de 14 dB, pelo fato de não ser complementar — ou seja, não requer processamento na fonte de sinal.



pressão e expansão utilizados em estúdios de gravação. A técnica da “compansão” ou *companding* é complementar, ou seja, o sinal gravado é codificado de forma que seus componentes sonoros de baixa amplitude e alta frequência sejam enfatizados em 10 dB (como no sistema Dolby B), num processo denominado **compressão** — ele, de fato, comprime a faixa dinâmica do som.

Durante a reprodução, a amplitude daquelas frequências elevadas sofre uma expansão, também de 10 dB, a fim de restaurar a dinâmica do som original. Nesse processo, o chiado característico das fitas magnéticas, que é um componente de alta frequência do ruído, é reduzido em 10 dB; apesar de não parecer lá grande coisa, essa redução é suficiente para que o gravador cassete seja respeitado no mercado de alta fidelidade (veja o quadro “Dez decibéis fazem todo o truque”).

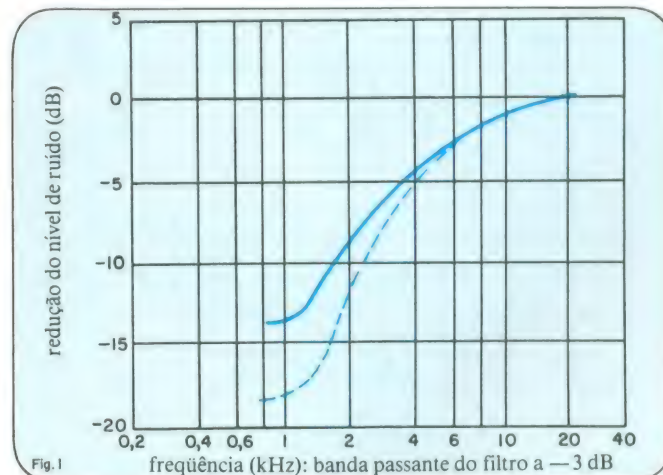
Ao contrário dos *compandors* comerciais, um sistema que dispensa codificações tem a capacidade de eliminar o ruído já presente na fonte de sinal, não apenas evitando que a fita acrescente mais ruído à gravação. Assim sendo, tanto transmissões de rádio como a trilha sonora de videodiscos e videocassetes, além das fitas magnéticas normais, podem ser processadas por esse tipo de sistema. Além disso, um sistema não complementar não apresenta restrições de compatibilidade com o material da fonte de sinais. Em contraste, a nova tecnologia Dolby C — formada essencialmente por 2 sistemas Dolby B em série — proporciona uma compressão de 18 dB, durante a gravação, que é incompatível com a expansão de 10 dB existente nos aparelhos de reprodução que contêm circuitos Dolby B.

Simplicidade

O primeiro princípio de áudio que o sistema DNR explora é a relação existente entre o nível do ruído de saída e a largura

de banda do sistema de áudio: se a largura de faixa do sistema é reduzida, o nível de ruído agregado também sofre uma redução. Para um espectro de ruído que conta com uma amplitude média uniforme, tal como o ruído branco, a tensão de ruído é proporcional à raiz quadrada da largura de banda. Empregando a fórmula de Nyquist, pode ser demonstrado que se a largura de banda for reduzida de 20 kHz para 800 Hz, a diminuição da tensão de ruído será de:

$$20 \log_{10}(20 \times 10^3)^{1/2} - 20 \log_{10}(800)^{1/2} = 13,98 \text{ dB}$$



Dobrando o efeito — O decréscimo de -6 dB/8ª no extremo superior de cada filtro de áudio é suficiente para reduzir o ruído, em muitos casos (a). Conectando os dois filtros em cascata, vamos obter um corte adicional (b), caso em que é tolerável um decréscimo mais acentuado (-12 dB/8ª).

Capturando o ruído

Normalmente, o espectro de ruído não apresenta amplitude uniforme ao longo de toda a faixa de frequência, donde se conclui que o ruído não incomoda em todas as frequências igualmente. Dessa forma, o integrado do sistema DNR contém um filtro de “pesagem” na seção de controle; como o ouvido é sensível ao ruído na faixa compreendida entre 600 Hz e pouco mais de 6 kHz, é nessa faixa que o DNR trabalha para manter a largura de banda no mínimo necessário para reproduzir fielmente o material da fonte. Adotando o método de determinação de “pesos” CCIR/ARM (*International Radio Consultative Committee/Average Responding Meter*), o corte de ruído mostrado na figura 1, tanto para filtros passa-baixas simples como de 2 pólos, chega a 14 e 18 dB, respectivamente.

O segundo princípio que envolve o DNR é o de mascaramento acústico, que explora a habilidade do ouvido de mascarar o ruído (veja o quadro novamente). O mascaramento proporcionado pelo sistema produz uma redução do ruído perceptível entre 800 Hz até os 20 ou 30 kHz necessários para a reprodução do sinal em alta fidelidade. Na ausência de áudio, o filtro se mantém estacionado em sua frequência mínima de corte, que é de 800 Hz.

Devido às características do ouvido, as mais eficientes frequências de mascaramento localizam-se ao redor de 1 kHz, ape-

sar de que frequências mais altas também chegam a mascarar espectros de ruído em suas vizinhanças. Tanto os sons musicais como a fala possuem grandes quantidades de energia na região de 1 kHz, prestando-se assim maravilhosamente ao efeito do mascaramento. As envoltórias espectrais da figura 2 são exemplos típicos e poderão variar de acordo com o tipo de instrumento e, também, com o timbre e a altura com que o mesmo é tocado.

Tomando um dos piores casos como exemplo, o corne francês pode apresentar muita energia abaixo de 1 kHz, mas muito pouco acima desse ponto. Caso o sistema DNR respondesse a essa amplitude elevada, situada abaixo de 1 kHz, iria abrir sua banda para 30 kHz, a fim de proporcionar passagem livre para o restante dos componentes da música. Nesse caso, porém, os sinais de alta frequência estão ausentes; desse modo, todo o ruído que estiver localizado, digamos, de 2 kHz para cima iria permanecer audível, sem tratamento algum.

Mas pelo fato de responder apenas aos componentes iguais ou maiores que 1 kHz, a unidade DNR produz somente uma ligeira ampliação de banda, a qual depende, neste exemplo, do tipo de corne francês considerado. Consequentemente, o sinal musical atravessa os filtros, mas o ruído acima de 2 kHz é suprimido; ademais, os sinais de áudio que possuírem níveis de energia em frequências mais elevadas vão induzir bandas mais amplas nos filtros, de forma correspondente.

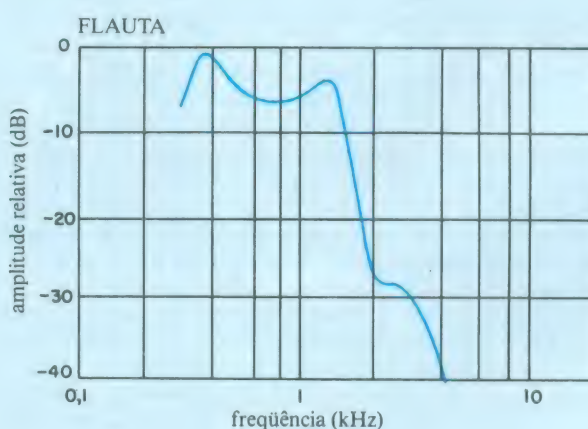
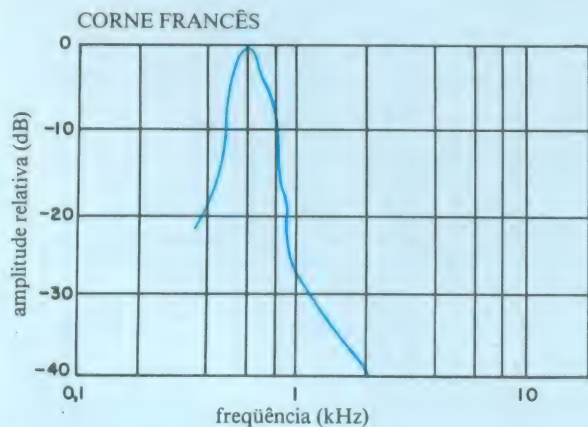
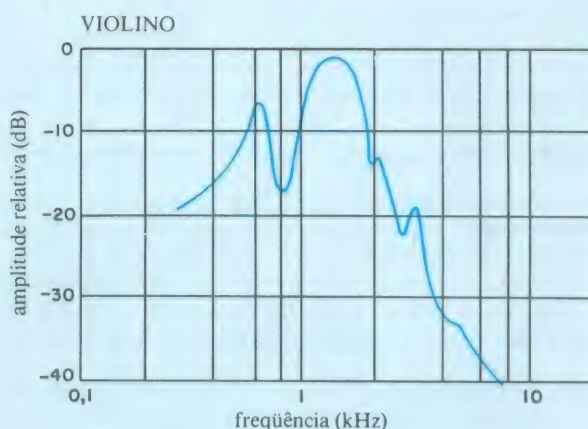
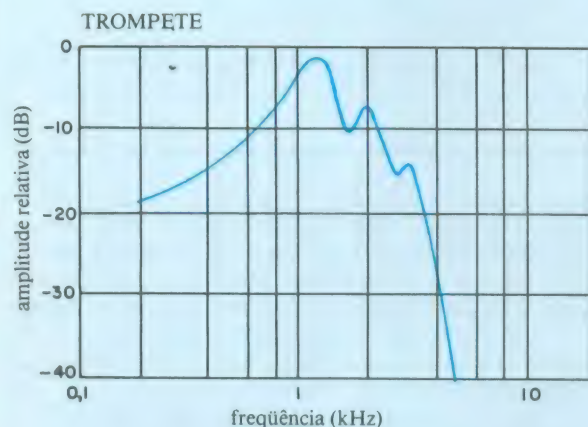


Fig. 2

Combinação musical — Na maioria dos instrumentos musicais, assim como na fala humana, a energia está acumulada ao redor de 1 kHz. Essa característica espectral é fundamental ao princípio de mascaramento pelo qual opera o sistema DNR, já que as frequências mais efetivas para tal princípio localizam-se nas proximidades desse ponto.

A frequência é a chave

Em outras palavras, quando se detecta a presença de energia provida de altas frequências, assume-se que níveis bem maiores de energia convivem simultaneamente, nas frequências críticas inferiores de mascaramento. Assim sendo, a largura de faixa sempre pode ser ampliada, a fim de assegurar fidelidade ao longo de toda a extensão do sinal de áudio.

Se a relação média sinal/ruído de uma fonte de sinais estiver acima dos 30 dB, um sistema não complementar de tratamento será capaz de proporcionar supressão de ruídos sem interferências audíveis na música. Para fitas cassette gravadas ao nível de 0 VU (unidades de volume), por exemplo, um filtro passa-baixas dinamicamente controlado pode oferecer uma relação S/R superior a 65 dB.

No interior do LM1894 (figura 3), as bandas de dois filtros de áudio — uma para cada canal de um equipamento estéreo — são ajustadas por uma seção de controle, que por sua vez é excitada pela fonte de áudio. A seção de controle consiste de amplificadores de soma e controle, um filtro passa-altas de “pesagem” e um circuito detector, composto por uma fonte de corrente que controla o par de filtros passa-baixas.

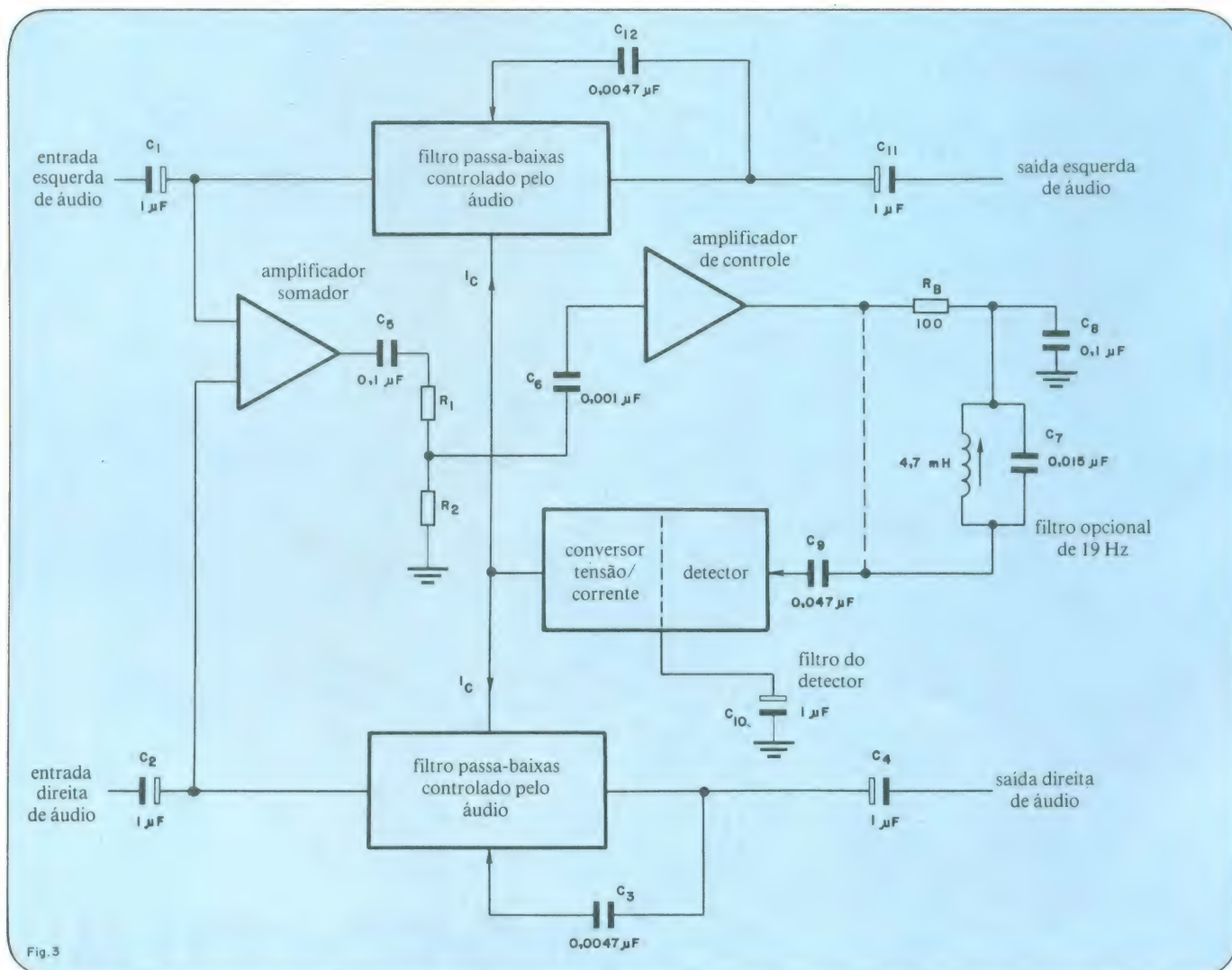
Ambos os filtros (figura 4) já são inerentemente casados, pelo fato de serem integrados na mesma pastilha. Não apresentam desvios indesejáveis em seus parâmetros, tais como altera-

ção de pico ou inclinação, quando a largura da banda é ampliada; além disso, tomou-se o maior cuidado para evitar *offsets* de CC na rota do sinal de áudio, ocasionados pelo sinal de controle. Cada filtro exibe uma resposta plana abaixo da frequência de corte, a -3 dB, e uma suave inclinação em frequências maiores.

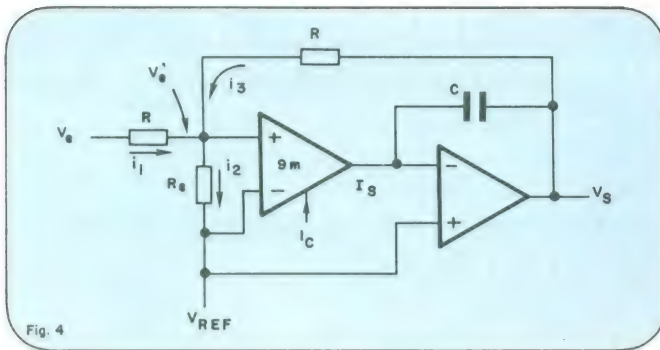
Uma inclinação de -6 dB/8ª no extremo superior do filtro produz resultados dos mais satisfatórios, seja com música clássica ou moderna, possuindo um amplo espectro de frequências. Inclinações mais abruptas podem ser obtidas ligando-se em cascata os dois filtros em um único LM1894, o que dá origem a uma rampa de -12 dB/8ª, para uma redução potencial de ruído que chega a 18 dB.

Os circuitos de controle empregam um filtro passa-altas com uma frequência limite de 6 kHz, a -3 dB, e uma rampa de -12 dB/8ª. O filtro determinador de “pesos” foi projetado de forma a otimizar a faixa dinâmica, em resposta às propriedades de mascaramento do material da fonte (figura 5). Além disso, tem-se a opção de um chanfro de 19 kHz para suprimir a portadora piloto, presente nas transmissões de FM estéreo.

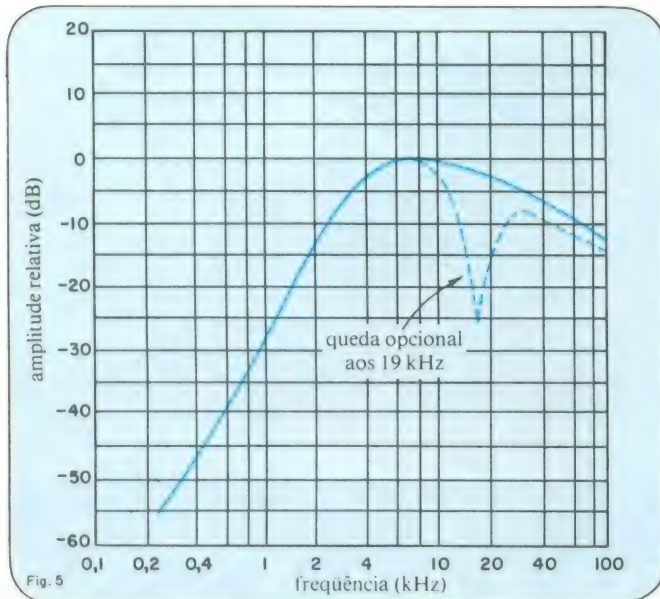
Os capacitores C6 e C9, da figura 3, operando em conjunto com a resistência interna do CI, produzem a inclinação de -12 dB/8ª e a frequência limite de 6 kHz. Um terceiro filtro, formado pelo capacitor de acoplamento C5 e pelos resistores de ajuste de ganho do amplificador de controle (R1 e R2), propor-



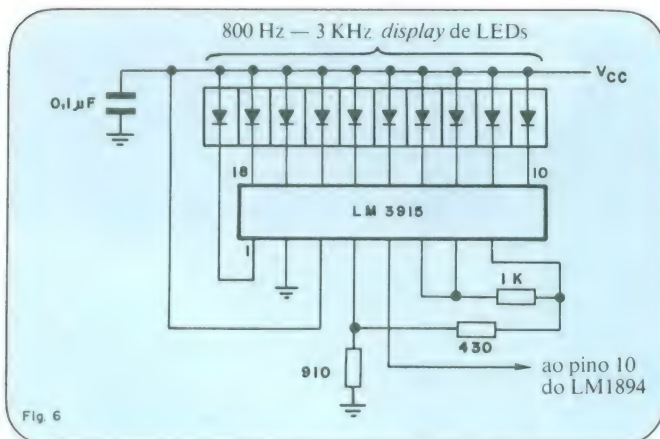
Filtro variável — O integrado LM1894 contém dois filtros de resposta variável, que seguem dinamicamente o conteúdo de frequência do sinal de áudio. Um terceiro filtro, no controle e amplificador, responde à ocorrência de frequências maiores, pela ampliação da banda passante.



Filtros variáveis — Cada um dos filtros do integrado DNR baseia-se num amplificador de transcondutância variável que excita um integrador. Sua função de transferência é semelhante à de um filtro RC de um único pólo, onde R é substituído por K/g_m .



Curva de controle — A resposta de controle do filtro DNR em relação à frequência indica uma sensibilidade a frequências superiores a 1 kHz; portanto, sinais de amplitude e frequência elevadas demonstram grande eficiência na abertura dos filtros a suas máximas larguras de banda.



Acréscimos — Pode-se conseguir uma indicação visual contínua da largura de banda por meio deste circuito, quando o mesmo é ligado ao circuito detector do LM1894. Essa informação é de grande utilidade, especialmente quando o sistema DNR é empregado como acessório opcional do equipamento e dotado de ganho ajustável para a rota de controle.

ciona uma outra rampa em 1,6 kHz, a fim de evitar o acionamento dos filtros pela energia de altíssima amplitude e baixa frequência, tal como a produzida pelas batidas de tambor ou bumbo.

A via de controle foi projetada de modo a otimizar a resposta a transientes, também, pois caso o detector não responda à parede frontal dos transientes que estão presentes na música, surge uma distorção resultante da perda inicial de componentes de alta frequência, ocasionada pela abertura muito lenta dos filtros de áudio.

Como se poderia esperar, o tempo de subida de qualquer passagem musical depende dos instrumentos nela envolvidos; assim, por exemplo, um corne inglês é capaz de atingir 60% de sua amplitude máxima em 5 ms. Nos demais instrumentos, esse tempo pode variar de 50 a 200 ms, enquanto o bater de palmas sobe em apenas 0,5 ms. Com esses detalhes em mente, os projetistas do sistema DNR previram um tempo de resposta de 0,5 ms, com o objetivo de minimizar quaisquer perdas de transientes de alta frequência.

O tempo de resposta ou "ataque", porém, representa apenas metade do problema de resposta aos transientes. Depois que o detector reagiu a um transiente musical, ele deve voltar ao nível quiescente de saída ao final da passagem correspondente; se a queda for lenta demais, a banda de áudio permanece ampla após o transiente e pode-se ouvir, nesse momento, um surto de ruídos. Por outro lado, se a banda for fechada muito rapidamente, ocorrerá uma perda de ambiência musical, devido à supressão dos harmônicos que se seguem a um sinal de grande amplitude.

A experiência mostrou que uma queda exponencial é a mais adequada para uma redução da largura de faixa, pelo fato de preservar as amplitudes harmônicas. O ouvido, normalmente, não é capaz de responder em menos de 150 ms a um sinal de baixo nível que segue um outro de nível elevado; dessa forma, o sistema DNR tira proveito de uma característica de queda que desce para 10% do valor inicial em 50 ms.

Acessórios

Sempre que o integrado DNR é incluído em um equipamento de áudio, o ganho da via de controle é estabelecido pela razão entre R1 e R2; tais resistores são selecionados com base no nível de ruído do sinal de entrada. No entanto, o circuito DNR pode ser usado igualmente bem como acessório externo de tais equipamentos, já que foi projetado para processar os sinais de áudio aos níveis normais de entrada — tais como os de *tape-deck* separado. Nesse caso, os resistores devem ser substituídos por um potenciômetro, de forma que possam ser efetuados os ajustes exigidos pelas diferentes fontes de sinal.

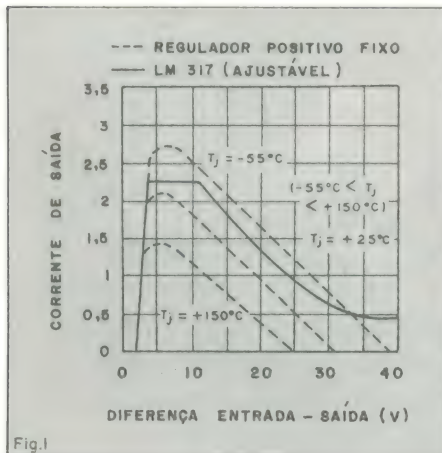
Na prática, o capacitor do filtro detector pode ser monitorado para auxiliar na determinação do ganho necessário para abrir a faixa do filtro, na presença de ruído. Um diodo LED ou um integrado tipo *bargraph* (figura 6) pode proporcionar a indicação visual da operação do circuito ou uma exibição contínua da largura de faixa.

Adicionando uma chave, de forma a levar a entrada do detector do LM1894 para +5 V, vai forçar a abertura da faixa até 50 kHz, independentemente do sinal de entrada. Essa chave permite que o sinal desvie do DNR, assim como possibilita rápidos ajustes da sensibilidade, a fim de assegurar que a qualidade da música não está sendo afetada pela operação do circuito.

Os reguladores de tensão ajustáveis prometem uma nova geração de fontes de alimentação

Eng.º Agarb Cezar de Carvalho
National Semicondutores do Brasil

O surgimento do LM309, o primeiro regulador de tensão monolítico, em 1969, foi um marco. Ele eliminou a necessidade de se projetar reguladores discretos para aplicações de 5 V e 1,5 A de corrente. O sucesso do LM309 resultou em uma proli-



feração de reguladores com três terminais, com diferentes valores de tensão e corrente de saída e vários tipos de encapsulamento, para satisfazer às diversas exigências da indústria eletrônica.

Esta proliferação foi tão acentuada que se chegou a mais de 200 componentes diferentes, combinando-se as 13 tensões de saída (positivas e negativas), 5 tipos de encapsulamento e várias faixas de temperatura. Mesmo com este número muito grande de componentes, servindo a um mercado limitado, muitos projetistas sentiram que as necessidades de suas fontes de alimentação ainda não eram totalmente satisfeitas, particularmente se certas tensões não eram disponíveis ou, caso encontradas, não possuíam a precisão desejada.

Em 1976, a National introduziu o circuito integrado LM317, o primeiro regulador de tensão ajustável de três terminais, em um encapsulamento de potência padrão, que proporcionava um melhor desempenho que aquele conseguido com reguladores fixos. Já era possível, portanto, para os engenheiros padronizarem todos os seus projetos com reguladores.

Pelo fato de possuir tensões de saída ajustáveis, estes reguladores eliminam a necessidade de elevados custos presentes nos reguladores fixos precisos, abrangendo uma larga faixa de tensões de saída. Além disso, os reguladores ajustáveis proporcionam uma melhora de desempenho e confiabilidade sobre os reguladores

sões diferenciais (60V com o LM317HV) e ampla faixa de correntes (de 100 mA a 10 A). Essas características elétricas vão muito além daquelas oferecidas pelos reguladores fixos, permitindo o uso desses componentes em aplicações não satisfeitas anteriormente.

Desempenho

Além de termos uma larga faixa de operação, o desempenho total do sistema é superior com o uso dos reguladores ajustáveis. Certos parâmetros, como regulação de linha e de carga, foram melhorados por um fator de 10. Outro parâmetro importante, a regulação térmica, foi incorporado a esses componentes, especificando completamente o efeito do transiente de dissipação de potência sobre a tensão de saída.

Quando a potência é dissipada, ocorre um gradiente térmico através do circuito integrado, que afeta os circuitos internos.

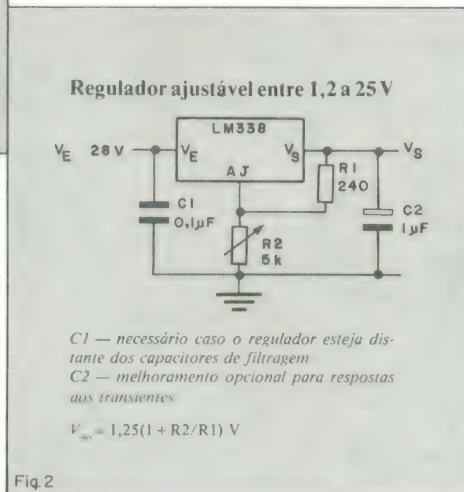


Fig. 2

fixos, através da incorporação dos últimos avanços tecnológicos.

Por causa do rápido sucesso do primeiro regulador ajustável, a National tem expandido a linha desses reguladores, incluindo tensões negativas, maiores ten-

Regulador ajustável com rejeição de ripple melhorada

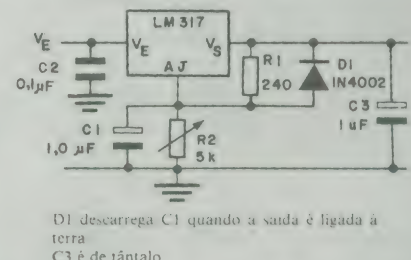


Fig. 3

A regulação térmica é o efeito desse gradiente de temperatura sobre a tensão de saída (% da variação da tensão de saída por variação da potência em watts, durante um tempo especificado — 20 ms). Com a utilização de novas tecnologias de projeto e *layout*, obteve-se uma regulação térmica superior, proporcionando informações antes nunca mencionadas.

Os reguladores ajustáveis estendem a faixa de tensão de saída para valores bem mais altos do que os conseguidos com os reguladores fixos, pois operam em modo flutuante, especificados para a máxima tensão de entrada para a saída. Os reguladores fixos aceitam no máximo 35 V de tensão de entrada, ao passo que o LM317, por exemplo, com 12V de saída, aceita até 52 V na entrada, sem exceder as especificações e proporcionando uma margem adicional de tensão.

Os antigos componentes usavam uma junção emissor/base de um transistor para fixar o limite de corrente. Devido à dependência de temperatura da junção PN, o limite de corrente variava drasticamente dentro da faixa de temperatura de operação; o resultado era um componente com um alto limite de corrente à temperatura ambiente ($T_a = 25^\circ\text{C}$), a fim de assegurar a especificação de corrente a temperaturas maiores. Isto tinha que ser levado em conta no projeto, mesmo que a corrente de carga fosse pequena, aumentando os custos dos transformadores e retificadores. Os reguladores ajustáveis, que possuem corrente de saída relativamente constante, eliminam este problema.

Um novo circuito de proteção interna foi projetado para permitir maiores correntes de saída para maiores tensões diferenciais. Isto permite ao componente ceder o máximo de corrente em uma larga faixa de tensão diferencial e não deixa a corrente cair a zero para valores mais altos de tensão diferencial, evitando problemas no início do funcionamento (figura 1).

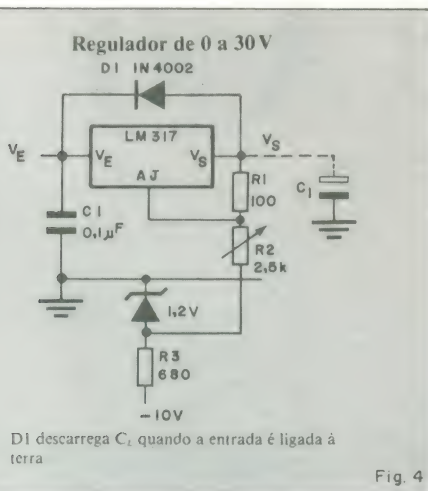


Fig. 4

A proteção térmica de sobrecarga evita a destruição do componente devido ao excesso de aquecimento. A 170°C , aproximadamente, os reguladores ajustáveis abrem o circuito, enquanto os reguladores fixos precisavam de pelo menos 7 V de entrada para que o circuito de proteção térmica funcionasse. No LM317, esse circuito opera até com 2 V e permanece funcionando, mesmo que o pino de ajuste seja inadvertidamente desconectado.

Um novo esquema para a corrente-limite foi adicionando no LM338, permitindo que correntes extras sejam cedidas por pequenos espaços de tempo. Isto é muito útil em aplicações onde se exige transientes elevados de corrente, como no acionamento de motores, por exemplo.

O LM338 fornece 5 A continuamente e pode fornecer 7 A por 500 μs . Considere, por exemplo, uma carga 5 A em regime permanente; suponha que, momentaneamente, um aumento de carga requeira 7 A, devido a uma lâmpada ou motor sendo ligado. Os antigos reguladores sentiriam e limitariam a corrente, sem deixar passar o transiente. Para solucionar o problema, duas técnicas eram utilizadas: projetar um regulador para 7 A ou colocar um capacitor de grande valor na saída do regulador; ambas as soluções têm custo elevado.

O lugar ideal para se obter o incremento de corrente é nos capacitores do filtro do retificador. Assim, o LM338 deixa passar o aumento de corrente por 500 μs , sem limitar a corrente, tornando todo o projeto mais barato.

Confiabilidade

Com o desenvolvimento dos reguladores ajustáveis, o fator segurança tem sido melhorado de duas maneiras:

1 — O circuito de proteção contra sobrecargas foi projetado para suportar as mais diversas condições, como operar com menor tensão de entrada do que os velhos componentes.

2 — Todos os componentes, exceto o TO-92, passam por um processo de teste de operação, sob condições de curto-circuito. Fornecendo-se potência ao regulador e curto-circuitando a saída, o componente esquenta e apenas aqueles com o circuito de limite térmico em perfeitas condições sobrevivem; e nesse teste o componente é testado por vários minutos, e não em poucos milissegundos, como é feito nos testes automáticos. Este é o único modo de assegurar uma proteção térmica de qualidade, pois tanto a fixação mecânica da pastilha de silício, quanto o circuito de limite térmico têm que estar em perfeita ordem, para prevenir que o integrado se danifique.

O teste de operação de limite térmico assegura a integridade elétrica, térmica e

mecânica do circuito, eliminando as eventuais falhas. Além disso, elimina os componentes marginais, que passariam pelo teste de operação de 168 horas a 125°C , pois este teste é feito com baixa corrente de saída, o que não corresponde às condições normais de operação, tornando-se menos eficiente para detectar falhas desta espécie.

Custos

A redução dos custos é devida principalmente à larga faixa de tensões cobertas pelos reguladores ajustáveis. É mais vantajoso manter um único componente em estoque que cubra amplas faixas de tensão, que manter vários para cada tensão desejada. O tempo de projeto também é reduzido, devido às simplificações que podem advir de seus avanços tecnológicos. Outra vantagem é o pré-teste, que elimina considerável trabalho e custo no projeto, fabricação e manutenção.

Três circuitos básicos

Os três circuitos apresentados nas figuras 2, 3 e 4 mostram quão simples é realizar fontes com reguladores ajustáveis. Todas as informações necessárias são dadas nos próprios esquemas.

Anuncie em

NOVA ELETRONICA

Você merece

CURSO DE CORRENTE CONTÍNUA

4ª lição

Produzindo força eletromotriz

A força eletromotriz, ou FEM, é produzida quando se força um elétron para fora de sua órbita no átomo. Existe então uma pressão elétrica entre o elétron liberado e o íon positivo resultante. Assim, qualquer forma de energia capaz de deslocar elétrons de seus átomos, pode ser útil para produzir força eletromotriz. Simplesmente existe uma transformação de outras formas de energia para energia elétrica. Em nenhum caso a energia é realmente criada. Por exemplo, uma bateria converte energia química em elétrica, enquanto um gerador converte energia mecânica em elétrica.

Para produção de força eletromotriz, existem seis métodos, cada qual com aplicações próprias. Nesta lição veremos brevemente esses métodos.

Magnetismo

Trata-se do meio mais importante de produção de energia elétrica no mundo de hoje. No nosso atual nível tecnológico, é o único método capaz de fornecer energia suficiente para mover uma cidade.

Acima de 99% de toda a energia elétrica é conseguida por esse método.

O princípio em que se baseia esta técnica é muito simples. Quando um condutor se move através de um campo magnético, uma força eletromotriz é produzida. Isso é chamado de efeito eletromagnético. A força do campo magnético e o movimento do condutor proporcionam a energia necessária para libertar elétrons do condutor. Se o condutor formar um elo fechado, então os elétrons circularão pelo condutor.

Portanto, os requisitos básicos são um campo magnético, um condutor e movimento relativo entre ambos. A figura 1 mostra um exemplo simples. Nele o campo magnético é produzido por um ímã permanente. O campo está representado pelas linhas desenhadas de norte para sul, os pólos do ímã. Se o condutor for movido para cima, de modo que corte o campo no sentido ilustrado pela figura 1A, os elétrons deverão fluir no sentido indicado. O mesmo efeito será obtido se o condutor for mantido fixo e o ímã puxado para baixo. Tudo o que se precisa é um

movimento relativo entre o campo magnético e o condutor.

A figura 1B indica que os elétrons circularão no sentido contrário se o movimento relativo for invertido. Se o condutor for movido para cima e para baixo no campo magnético, o fluxo de elétrons irá inverter-se a cada vez que o movimento mudar. Nos geradores utiliza-se um movimento recíproco como esse. Desse modo, a corrente produzida alternadamente circula em um sentido e depois no outro. É o que se chama de corrente alternada ou simplesmente CA. Nas centrais de geração de energia o movimento recíproco ocorre ao ritmo de 60 vezes por segundo. Por isso, a energia fornecida para nossos lares é chamada de corrente alternada de 60 ciclos. Nesse curso não entraremos em maiores detalhes quanto ao estudo de correntes alternadas, mas você já fica com uma idéia básica de CA.

Química

O próximo método mais comum de geração de eletricidade é por meio químico, às vezes chamado de **eletroquímico**. As

baterias de automóveis e as pilhas são exemplos típicos de suas aplicações. Existem muitas reações químicas que causam a transferência de elétrons de modo que uma força eletromotriz seja produzida.

A figura 2 ilustra como uma bateria ou pilha pode ser feita. Um recipiente de vidro é preenchido com uma solução de ácido sulfúrico e água. Essa solução é chamada de eletrólito. No eletrólito, o ácido sulfúrico separa-se em hidrogênio e sulfato. Devido ao processo químico envolvido, os átomos de hidrogênio doam elétrons às moléculas de sulfato. Assim, os átomos de hidrogênio existem como íons positivos, enquanto as moléculas de sulfato atuam como íons negativos. Ainda assim, a solução tem carga nula porque há o mesmo número de cargas positivas e negativas.

A seguir, duas barras, chamadas eletrodos, são inseridas na solução. Uma barra é de cobre e outra é de zinco. Os íons positivos do hidrogênio atraem os elétrons livres do cobre. Com isso, a barra de cobre doa elétrons ao eletrólito. Isso deixa a barra de cobre com uma diferença de carga positiva. O zinco, por sua vez, reage com o sulfato. As moléculas de sulfato têm uma carga negativa. Portanto, os íons positivos do zinco são arrancados da barra. Isso deixa a barra de zinco com um excesso de elétrons e uma diferença de carga negativa.

Se for conectado um condutor entre as barras de cobre e zinco, deverão circular elétrons do terminal negativo para o terminal positivo. Como o fluxo de corrente será sempre no mesmo sentido, essa corrente é chamada de corrente contínua (CC) ou corrente direta (CD). Compare-a com a CA produzida por magnetismo na figura 1. Discutiremos um pouco mais à frente as baterias em maior detalhe.

Atrito

O mais antigo método conhecido para produção de eletricidade é por atrito ou fricção. Já observamos alguns exemplos desse método no capítulo anterior. A figura 3 ilustra como um bastão de plástico duro torna-se negativamente carregado quando é friccionado com uma flanela. E também um bastão de vidro que se carrega positivamente quando esfregado com seda.

Você, provavelmente já experimentou esse fenômeno muitas vezes. Quando raspa seus pés num tapete de *nylon* ou lã, seus sapatos desenvolvem uma carga que é transferida ao corpo. Ao tocar um objeto neutro, como a maçaneta metálica de uma porta ou uma outra pessoa, ocorre uma descarga. Com frequência acontece um imperceptível arco entre seu dedo e o corpo neutro.

Em muitos casos, a eletricidade estática produzida pela fricção é prejudicial ou in-

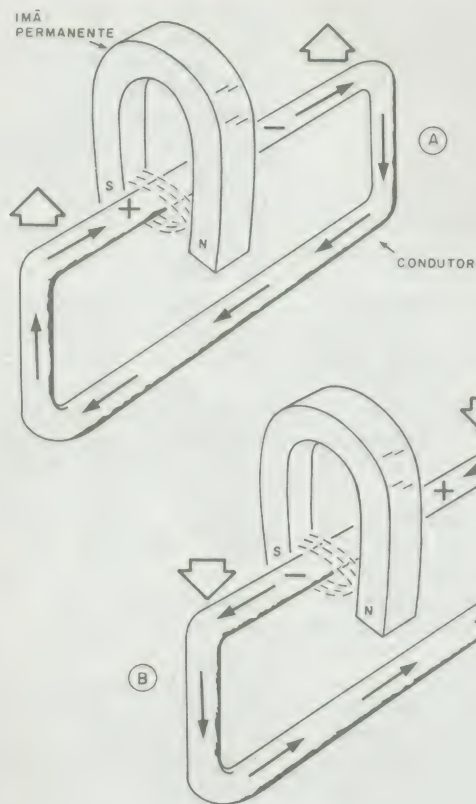


FIG. 1

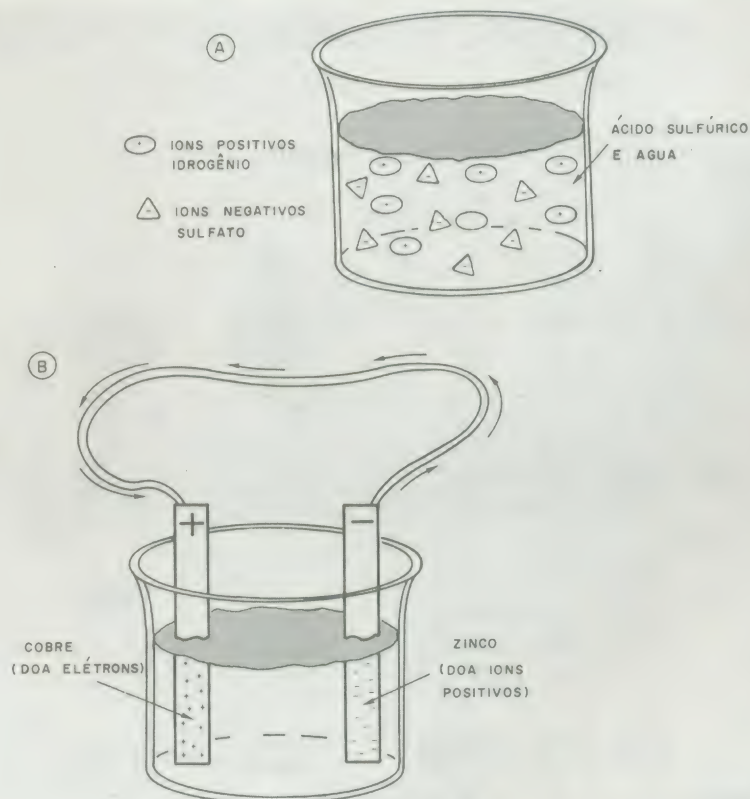


FIG. 2

cômoda. No entanto, há um dispositivo usado em laboratórios de física que emprega esse princípio para desenvolver tensões muito altas. É chamado de gerador de Van de Graaff e alguns modelos produzem 10 milhões de volts ou mais.

Luz

A energia luminosa pode ser convertida para elétrica em quantidades suficientes para proporcionar quantias limitadas de potência. Um exemplo familiar é o das células solares muito usadas em equipamentos aeroespaciais. Até o momento, seu custo ainda está muito elevado para uso comercial. Entretanto, algum dia no futuro, o preço poderá declinar até o ponto em que esse tipo abundante de energia possa ser utilizado numa escala bem mais ampla.

A figura 4 apresenta a construção de um tipo de célula solar ou fotocélula. Consiste de algum tipo de material fotosensível intercalado entre duas placas que agem como eletrodos. O material fotosensível é um tipo de material que desenvolve uma carga quando bombardeado pela luz. Algumas substâncias que fazem isso são o césio, o selênio, o germânio, o cádmio e o sódio. Quando esses materiais são atingidos por luz, alguns de seus átomos liberam elétrons. Isso é conhecido

por **efeito fotoelétrico**. Na figura 4 a luz passa pela janela translúcida e atinge a liga de selênio. Alguns dos átomos de selênio doam elétrons e uma carga se desenvolve entre as duas placas. Quando exposta à luz do sol, uma única célula pode fornecer uma carga de uma fração de volt e alguns miliampéres de corrente. Numa fonte de potência, centenas de células são ligadas em conjunto para produzirem tensão e corrente a níveis úteis.

Pressão

Uma pequena carga elétrica é desenvolvida em alguns materiais quando eles são submetidos à pressão. Isso é denominado efeito **piezoelétrico**. Ele é especialmente notável em substâncias como o quartzo, turmalina e sais de Rochelle, todos de estrutura cristalina. A figura 5 ilustra como a carga é produzida. Na estrutura normal as cargas positivas e negativas são distribuídas de modo que nenhuma carga total seja medida. Porém, quando o material é submetido à pressão, os elétrons deixam um lado do material e se acumulam do outro. Com isso, forma-se uma carga. Quando a pressão é retirada, as cargas distribuem-se novamente de modo que a diferença desapareça.

Esse efeito é colocado em uso prático em microfones de cristal, cápsulas fonográficas e osciladores de precisão. A ten-

são produzida é muito pequena e precisa ser amplificada antes de usada.

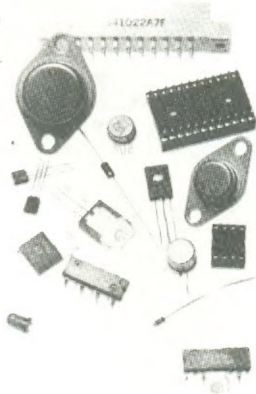
Calor

Assim como a maior parte das outras formas de energia, o calor pode ser convertido diretamente em eletricidade. O dispositivo que faz isso é o **termoacoplador**. Um termoacoplador consiste de dois metais diferentes fundidos juntos. Um exemplo típico é o cobre e o zinco. Vimos que o cobre pode prontamente doar elétrons. Isso é verdade especialmente quando ele é aquecido. Como mostramos na figura 6, os elétrons livres do cobre se transferem para o zinco. Com isso, o cobre desenvolve uma carga positiva, enquanto o zinco forma uma carga negativa. Com mais calor fará com que mais elétrons se transfiram, a carga desenvolvida será diretamente proporcional ao calor aplicado. Essa característica permite ao termoacoplador ser usado como termômetro em áreas que são muito quentes para os termômetros convencionais. Uma tensão específica através do termoacoplador corresponde a uma temperatura específica. Portanto, a tensão pode ser medida e comparada a uma tabela a fim de se encontrar a temperatura correspondente. O processo pelo qual o calor é convertido diretamente para eletricidade é chamado de **efeito termoeletrônico**.

A QUALIDADE DO EQUIPAMENTO DEPENDE DO COMPONENTE

completa linha de semicondutores

- ▶ transistores de potência para comutação
- ▶ transmissão
- ▶ darlingtons
- ▶ baixo sinal
- ▶ alta tensão
- ▶ mos fet
- ▶ conectores para circuito impresso
- ▶ soquetes para circuitos integrados
- ▶ motores ventiladores (para exaustão/ventilação de circuitos eletrônicos)



VENDAS POR ATACADO

- ▶ diodos retificadores
- ▶ diac's - scr's - triacs
- ▶ circuitos integrados lineares
- ▶ conversores a/d
- ▶ zero voltage switch
- ▶ circuitos integrados c mos
- ▶ microprocessadores
- ▶ capacitores eletrolíticos
- ▶ capacitores poliéster metalizado
- ▶ mini conectores
- ▶ dip switches

TELERADIO
TELERADIO ELETRÔNICA LTDA

RUA VERGUEIRO, 3.134 - TEL. 544-1722 - TELEX (011) 30.926
CEP 04102 - SÃO PAULO - SP
(ATRÁS DA ESTAÇÃO VILA MARIANA DO METRÔ)

Distribuidor
RCA Solid State

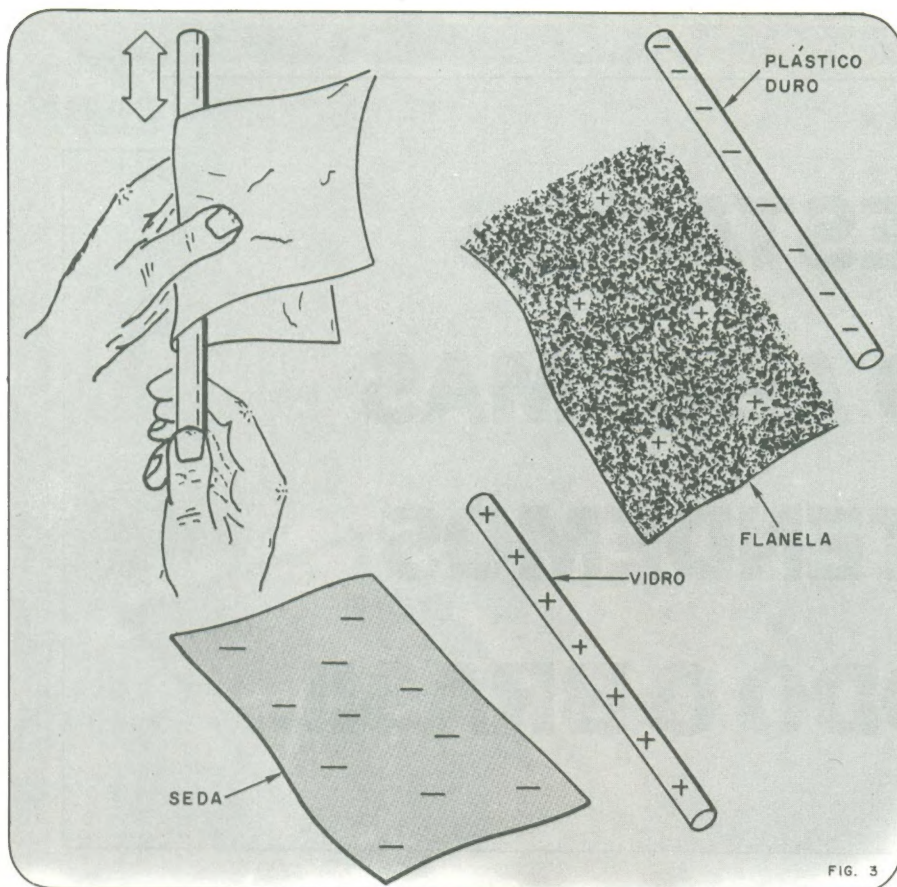


FIG. 3

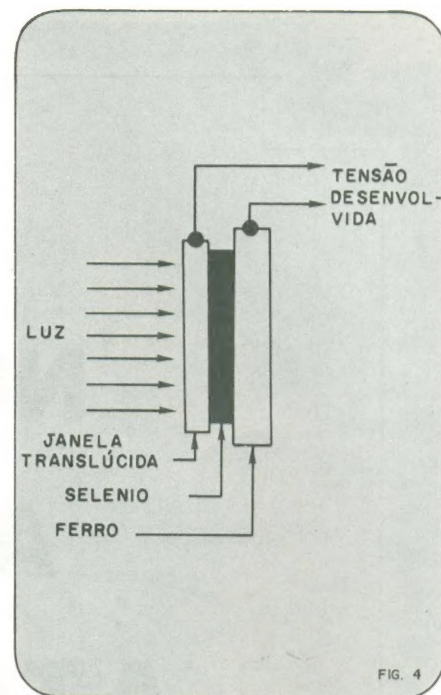


FIG. 4

Efeitos da FME

Acabamos de ver que uma força eletromotriz pode ser produzida pela luz, calor, magnetismo, pressão e atividade química. É interessante notar que o inverso também é verdade. Isto é, uma força eletromotriz pode produzir luz, calor, magnetismo, pressão e atividade química. A lâmpada é uma aplicação da luz produzida por eletricidade. Os chuveiros e fornos elétricos são casos onde a eletricidade é utilizada para se conseguir calor. Quando uma corrente circula por um fio, este é circundado por um campo magnético. Esse campo magnético pode ser utilizado na prática em motores, alto-falantes e relés. Ao ser aplicada uma tensão a um cristal, sua estrutura é transformada, como nos *displays* de cristal líquido. Finalmente a FME pode produzir atividade química. Quando uma corrente elétrica passa pela água, esta última é rompida em seus dois componentes, hidrogênio e oxigênio. A galvanoplastia é outro exemplo de atividade química causada por eletricidade.

Exercícios de fixação

1) Dentre os métodos utilizados para produzir eletricidade, o mais empregado para movimentar as fábricas e casas é o

2) Para obtenção do efeito eletromagnético precisamos de um campo magnético, um condutor e um _____ relativo entre o campo e condutor.

3) As baterias e pilhas de rádio utilizam que método de produção de força eletromotriz? _____



TRIO-KENWOOD

Instrumentos de Testes
Linha completa para medições eletrônicas, desde áudio até o complexo da eletrônica avançada.



OSCILOSCÓPIOS
DESDE 5 MHz
ATÉ 100MHz

Um ano de
garantia e
assistência
técnica
permanente.

ENTREGA
IMEDIATA

Representação
exclusiva
no Brasil

Atendemos
também
importação
direta.



UNICOB IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA.

Rua da Glória, 279 - 5º andar - conj. 52

CEP 01510 Tel.: 279-5811 (Linha Tronco)

Telex: (011) 25260 UNIX BR SÃO PAULO - SP

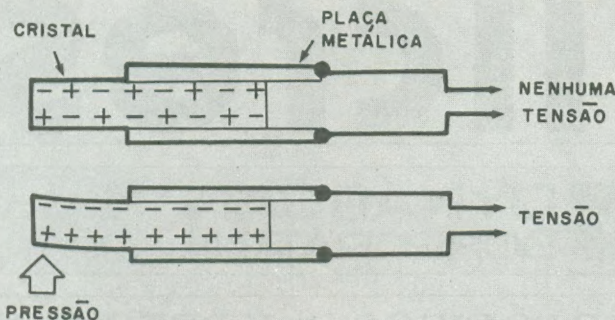


FIG. 5

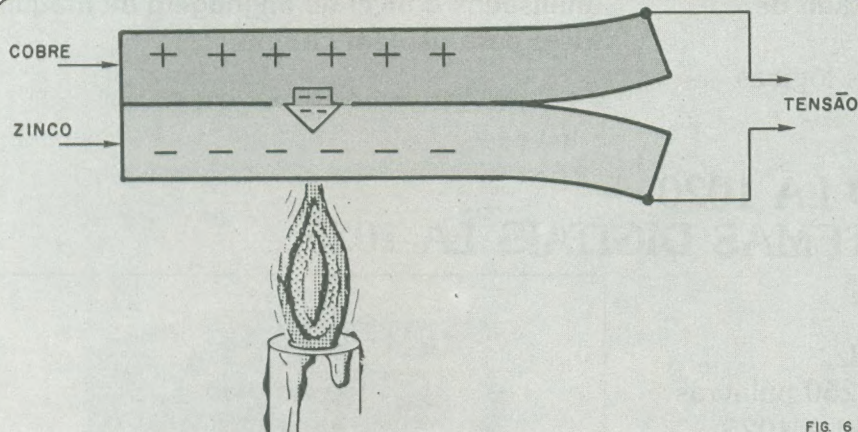


FIG. 6

4) A solução que reage com os eletrodos metálicos no efeito eletroquímico é chamada de _____.

5) Outro dispositivo que produz uma força eletromotriz é a célula solar. Ele utiliza o efeito _____.

6) O meio mais antigo de obtenção de eletricidade é por _____.

7) Certos materiais produzem força eletromotriz quando sujeitos à pressão, como a cápsula de um toca-discos, por exemplo. Esse efeito é denominado _____.

8) Também se pode obter uma pequena tensão por efeito termoelétrico. Aplica-se calor a duas peças de materiais diferentes fundidos juntos. Esse dispositivo é chamado de _____.

Respostas

1. magnetismo
2. movimento
3. químico
4. eletroito
5. fotoelétrico
6. atrito ou fricção
7. piezoelétrico
8. termocopelador

NOVIDADES

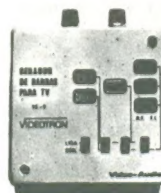
GERADOR DE ÁUDIO GA-7



Utilizando a tecnologia CMOS, permite alta precisão no levantamento de curvas de respostas, curvas de distorção em áudio, na localização de estágios

defeituosos e como gerador de pulsos ou onda quadrada na análise de circuitos digitais.
Frequência de trabalho: 20 Hz a 100.000 Hz.
Escala: 20Hz-200 Hz; 200 Hz-2.000 Hz; 2.000 Hz-20.000 Hz; 20.000 Hz-100.000 Hz.
Formas de onda: senoidal, triangular, quadrada.
Impedância de saída: 1.000 ohms.
Amplitude máxima de saída: 1,5 Vpp.
Cr\$10.900,00

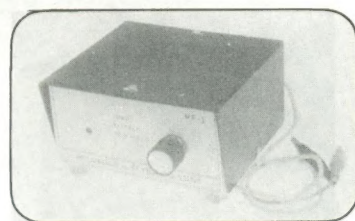
GERADOR DE BARRAS/INJETOR DE SINAIS DE VIDEO E ÁUDIO VIDEOTRON — TS-7



Para testes, ajustes e rápida localização de defeitos em aparelhos de TV em cores e preto e branco, desde o sintonizador de canais, F.I. (som e vídeo), amplificadores de vídeo e som, ajuste de convergência, foco, linearidade, etc. O único aparelho que permite o teste direto no estágio e no componente defeituoso.

Cr\$4.490,00

PROVADOR DE FLYBACK E YOKE PF-1 INCTEST



Acaba com a indecisão quanto à substituição de um transformador de saída horizontal (flyback) ou bobinas defletoras (yoke). Alimentação: 4 pilhas pequenas. Peso: 300 g. Dimensões: 10 x 12 x 17 cm.

Cr\$4.890,00

TEMOS TAMBÉM GRANDE LINHA DE APARELHOS PARA BEM SERVI-LO:

Provedor de Diodos e Transistores — PDT-2 Cr\$5.600,00
Gerador de Sinais — GST-2 Cr\$6.550,00
Fonte de Alimentação F1000 — Dialkit (Kit) Cr\$4.990,00
Fonte de Alimentação F1000 — Dialkit (Montada) .. Cr\$5.500,00
Kit Power Car 50 Cr\$5.800,00
Década Resistiva DR-6 — Dialkit (kit) Cr\$4.890,00
Década Resistiva DR-6 — Dialkit (montada) Cr\$5.490,00
Lançamento do mês: CARREGADOR DE BATERIA DIALKIT — MODELO CB-3 Cr\$6.600,00

Atenção: Se desejar receber catálogos gratuitos mensalmente, escreva-nos sem compromisso.

Gratuito: Na compra de 2 de nossos aparelhos, cite o nome e o mês desta revista e receba gratuitamente o Exemplar de nossa publicação "Transistores e suas Equivalências".

PAGAMENTOS COM VALE POSTAL OU CHEQUE GOSAM DE 10% DE DESCONTO SOBRE OS PREÇOS ACIMA. (ENDEREÇAR PARA AGÊNCIA PINHEIROS)

PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 15/02/82

Nome _____
Endereço _____
CEP _____ Cidade _____ Estado _____
Enviar: _____ (cite o nome do aparelho)

NE-58-81



CENTRO DE DIVULGAÇÃO TÉCNICO ELETRÔNICO PINHEIROS

Vendas pelo reembolso aéreo e postal

Caixa Postal 11205 - CEP 01000 - São Paulo - SP - Fone: 210-6433

SOM SEM
DISTORÇÃO.

TOTAL REPRODUÇÃO
DE TODAS AS
FREQUÊNCIAS.



ALTO-FALANTES ESPECIAIS
PARA INSTRUMENTOS MUSICAIS,
SONORIZAÇÕES E VOZES.